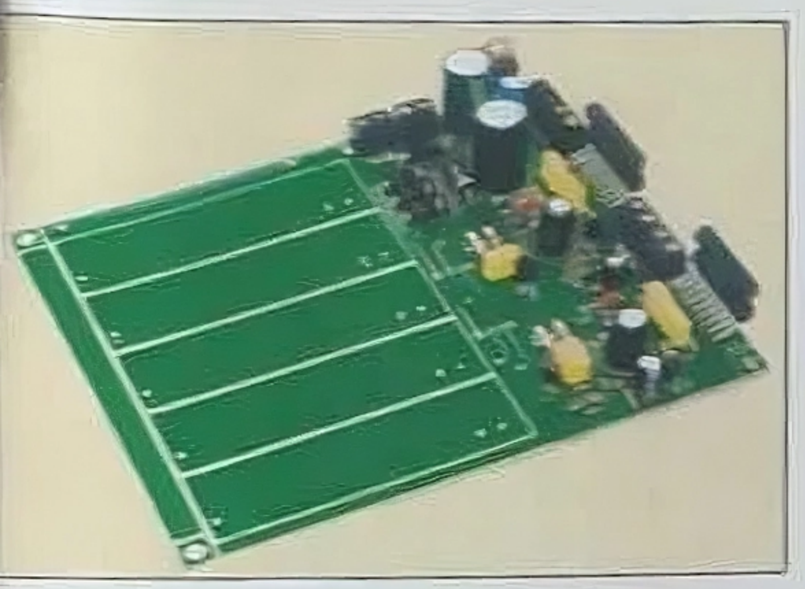
ŚWIAT MULTIMEDIÓW

7/98

5 zł 40 gr

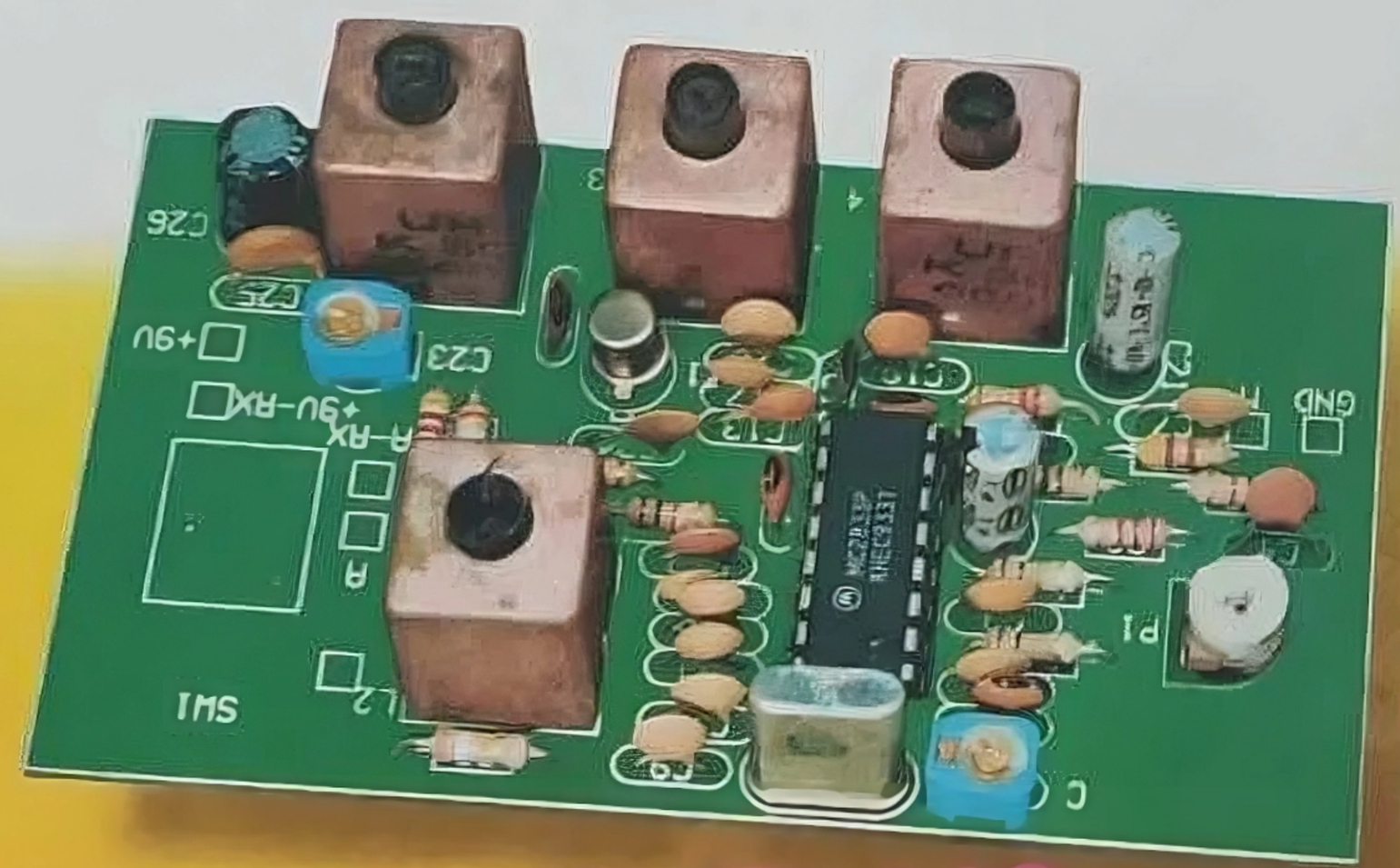
Lipiec 1998

ELEKTRONIKA dla wszystkich



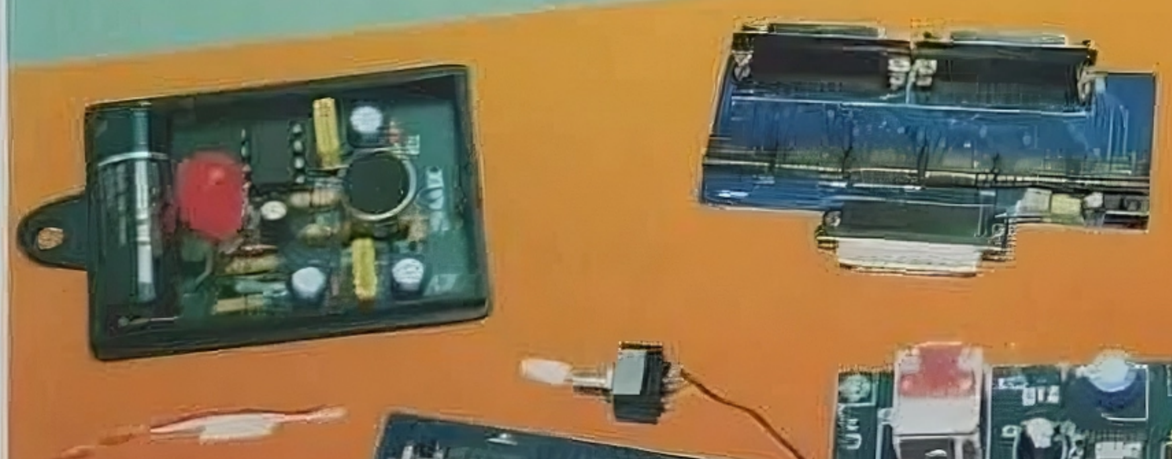
▲ Moduł do „Domowego systemu ...”

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698

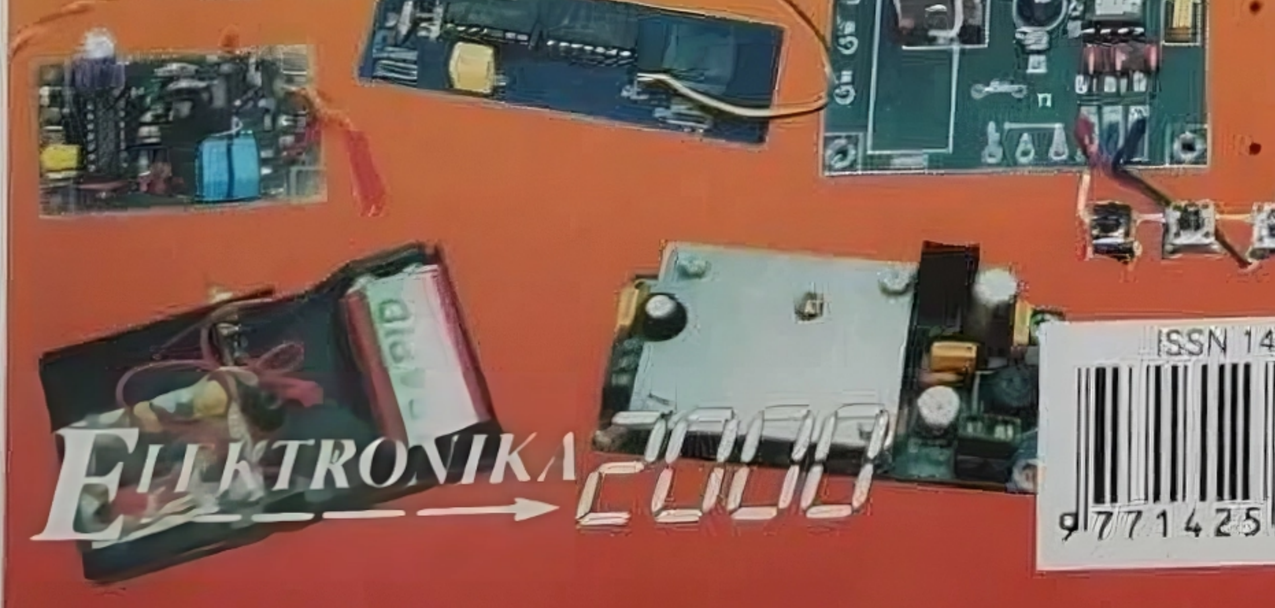


Nadajnik FM/2m

Wykorzystanie komputerów w miernictwie



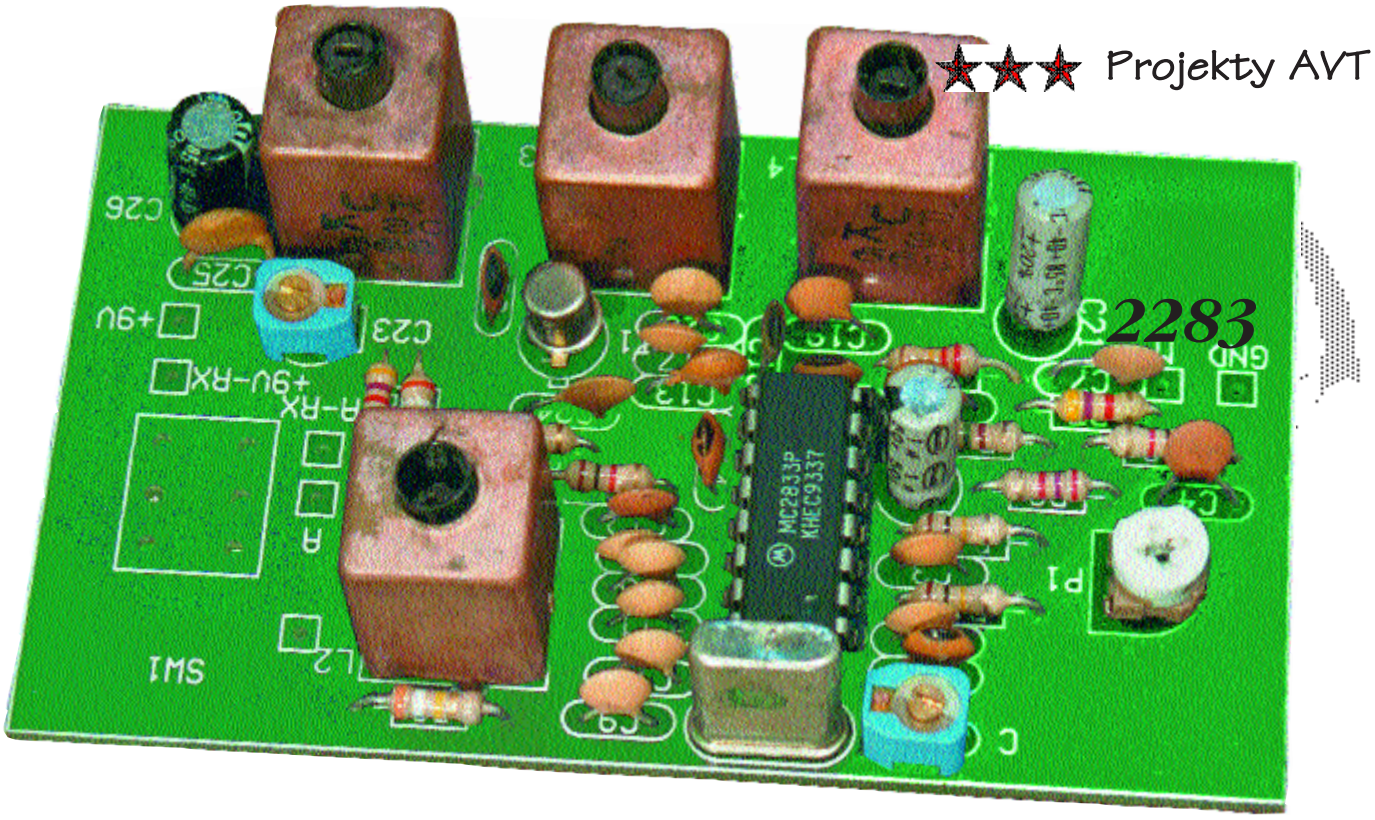
- Sygnalizator brań
- Uniwersalny układ czasowy
- Ekonomiczny wykrywacz zwarć
- Źródło napięcia odniesienia
- Dyskotekowy breloczek
- Preskaler do miernika częstotliwości AVT-2235
- Przełącznik interfejsu Centronics



ELEKTRONIKA 2000

ISSN 1425-1698

9 771425 169986 07 07>



Nadajnik FM/2m

Mininadajniki FM to urządzenia nadawcze małej mocy, które w połączeniu z odbiornikami FM o odpowiedniej częstotliwości pracy mogą zapewnić łączność na niewielkie odległości.

Do tej pory opisywaliśmy układy proste z wykorzystaniem np. jednego czy dwóch tranzystorów. Poniżej proponujemy inną wersję, bardziej profesjonalną z wykorzystaniem stabilizacji częstotliwości rezonatorem kwarcowym oraz użyciem specjalizowanego układu scalonego.

Warto zaznaczyć, że urządzenia takie zwane też „mikroszpiegami", wykorzystywane przez młodzież do różnych celów m.in. próbnych czy dydaktycznych, powinny mieć moc nie przekraczającą 20mW, a i ich stosowanie nie powinno zakłócać pracy innych urządzeń, w tym odbiorników RTV oraz innej łączności radiotelefonicznej.

Mininadajniki w zakresach amatorskich (choć małej mocy) powinny być wykorzystywane przez osoby, które uzyskały odpowiednie zezwolenie radioamatorskie (licencję) wydawaną przez Państwową Agencję Radiokomunikacyjną.

Poprawnie zestrojony poniżej opisany mininadajnik może być z powodzeniem używany przez licencjonowanych radioamatorów do prowadzenia łączności QRP FM czy Packet Radio do pracy z kolegą mieszkającym np. na sąsiedniej ulicy bądź na dalsze odległości z wykorzystaniem przemienników FM/2m (dla tych szczęśliwców którzy mieszkają w pobliżu takiego przemiennika) lub zastosowaniu dodatkowego wzmacniacza mocy.

Opis układu

W opisywanym układzie wykorzystano dostępny w kraju układ scalony MC 2833 produkowany przez firmę MOTOROLA, który jest kompletnym wąskopasmowym nadajnikiem FM stosowanym między innymi w radiotelefonach czy bezprzewodowych telefonach.

Układy takie zastępują kilka tranzystorów bądź układów scalonych (**rysunek 1**) bowiem w ich skład struktury wewnętrznej wchodzą:

- wzmacniacz mikrofonowy o wzmocnieniu napięciowym około 30dB z ogranicznikiem amplitudy niezbędnym do zapewnienia stałej dewiacji częstotliwości (we-5, wy-4)
- modulator reaktancyjny (we-3, wy-1) o współczynniku przemiany około 10Hz/mV DC zasilany poprzez źródło napięcia odniesienia
- szerokopasmowy generator o częstotliwości uzależnionej od wartości zewnętrznych elementów podłączonych do wyprowadzeń 1, 15, 16
- separator na wyjściu generatora (wy-14)
- dwa pojedyncze tranzystory: Q1 (B-8, E-7, C-9), Q2 (B-13, E-12, C-11) o maksymalnej częstotliwości pracy około 500MHz

Pełen wykaz parametrów MC2833 jest zamieszczony w katalogu USKA 6/95 wyd. AVT.

Schemat ideowy kompletnego nadajnika FM na pasmo 2m i mocy około 50mW, wykonanego z zastosowaniem omówionego układu scalonego oraz dodatkowo jednego tranzystora przedstawiono na **rysunku 2**. Jest to aplikacja firmowa przystosowana do dostępnych obwodów rezonansowych oraz rozszerzona o dodatkowy stopień wzmacniacza.

Sygnał m.cz. z mikrofonu dynamicznego (czy komputera w przypadku Packet Radio) poprzez dwójnik R3 C5 jest podany na wejście wzmacniacza mikrofonowego.

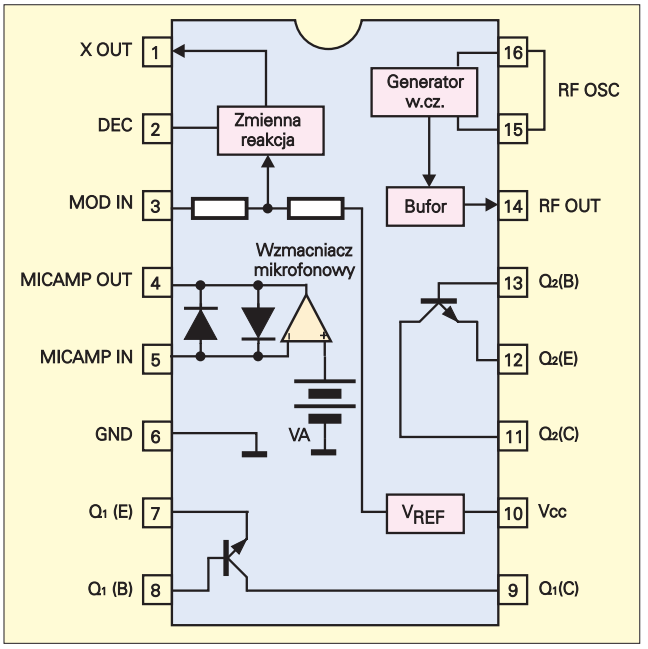
Dodatkowe rezystory R7 bądź R6 są przewidziane w przypadku podłączenia mikrofonu elektretowego.

Podstawowe parametry mininadajnika FM:

- częstotliwości pracy: 144,650MHz
- dewiacja częstotliwości: 3kHz (max. 10kHz)
- moc wyjściowa: 50mW
- napięcie zasilania: 9V (max. 10V)
- wymiary płytki drukowanej: 85x50mm
- mikrofon: dowolny dynamicznym lub elektretowy
- antena: dowolna na pasmo 2m

Potencjometr montażowy P1 służy do ustawienia potrzebnej wartości wzmocnienia (wymaganej dewiacji około 3kHz).

Wzmocniony sygnał m.cz. oraz ograniczony do wartości stałej około 30mV (niezależnie od wzrostu sygnału wejściowego) jest skierowany na modulator reaktancyjny zapewniający modulację częstotliwości generatora. W pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego generatora jest włączony rezonator kwarcowy X1. Ponieważ z założenia urządzenie modelowe miało być wykorzystywane w pasmie 2m a konkretnie 144,65MHz – zastosowano rezonator, który po 12-krotnym powieleniu daje wymaganą częstotliwość wyjściową czyli 12,054MHz (36,162MHz). Dla przykładu, dla częstotliwości 145,5MHz (kanał mobil) będzie to rezonator o częstotliwości 12,125MHz lub 36,375MHz. Korekcję częstotliwości w górę można przeprowadzić za pośrednictwem trymera C (5-40pF) włączonego w szereg z rezonatorem kwarcowym. Po zastosowaniu w to miejsce cewki L1 o dobranej indukcyjności można również w niewielkich granicach (około 2kHz) obniżyć częstotliwość pracy.



Rys. 1.

Wyjściowy sygnał FM, po odfiltrowaniu w obwodzie L2-C15 zestrojonym na 3 harmoniczną, czyli na około 36MHz, jest skierowany na podwajacz częstotliwości z tranzystorem Q2. W obwodzie kolektora tego tranzystora włączony jest obwód rezonansowy L3-C14, zestrojony na około 72MHz. Tranzystor Q1 pełni funkcję kolejnego podwajacza częstotliwości, czyli układu pracującego na częstotliwości wyjściowej około 145MHz. Z filtru wyjściowego L4-C18-C19 (145MHz) jest sterowany pojedynczy stopień mocy z tranzystorem T1. W obwodzie kolektorowym tego stopnia znajduje się obwód rezonansowy L5-C22 zestrojony na częstotliwość wyjściową mininadajnika. Trymer C2 stanowi najprostszy element dopasowujący wyjście układu do anteny.

Montaż i uruchomienie

Cały układ nadajnika zmontowano na płytce drukowanej przedstawionej we wkładce. Jako cewki L2...L4 wykorzystano filtry 12x12mm typu K30 po odpowiednim przewinięciu. Można wykorzystać inne posiadane obwody 12x12 po zdjęciu kubka i odwinięciu istniejących uzwojeń.

W zestawie AVT-2230 znajdują się takie filtry, jednak przed wlutowaniem należy je przewinąć zgodnie z opisem poniżej.

Orientacyjne dane nawojowe przy przewijaniu filtrów wynoszą:

L2 (0,22µH) – 7 zwojów drutu DNE 0,3

L3 (0,15µH) – 5 zwojów drutu DNE 0,4

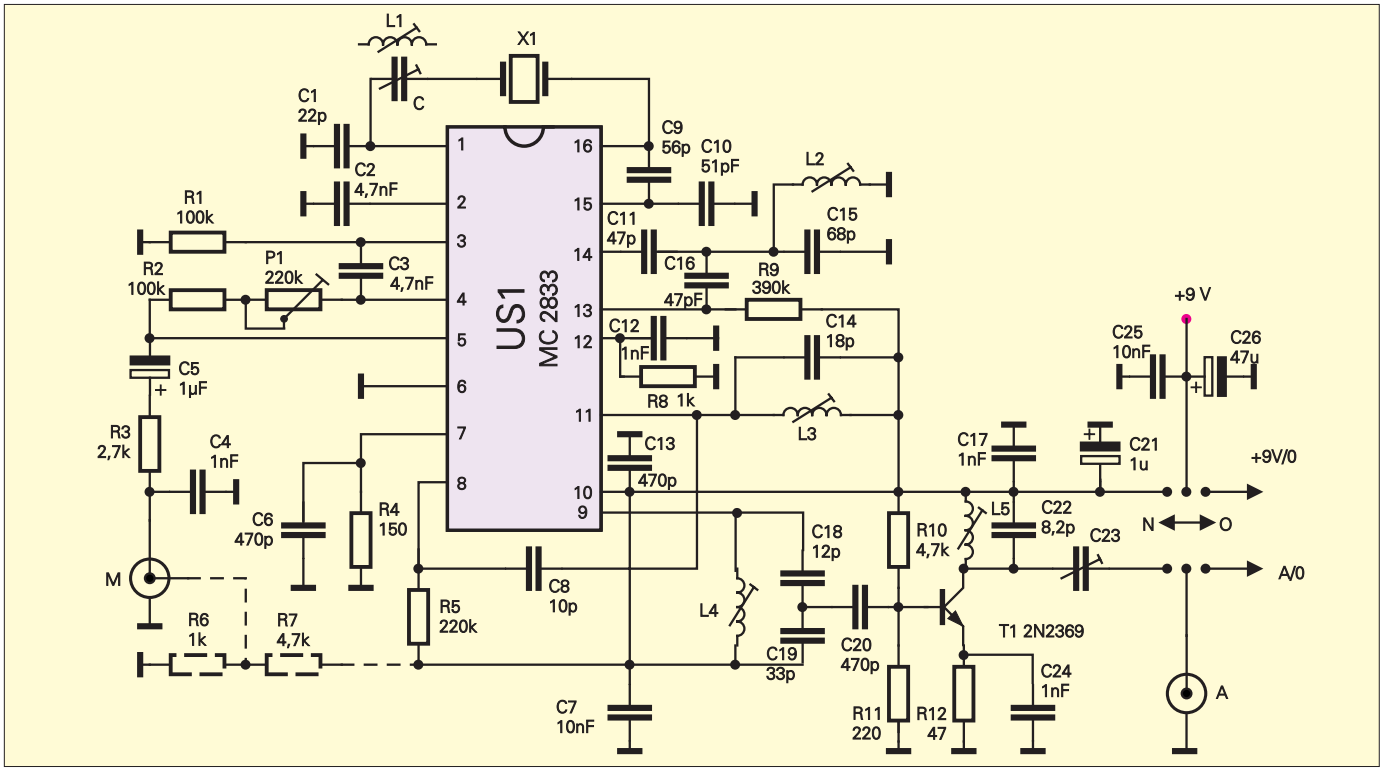
L4, L5 (0,1µH) – 10 zwojów drutu DNE 0,2

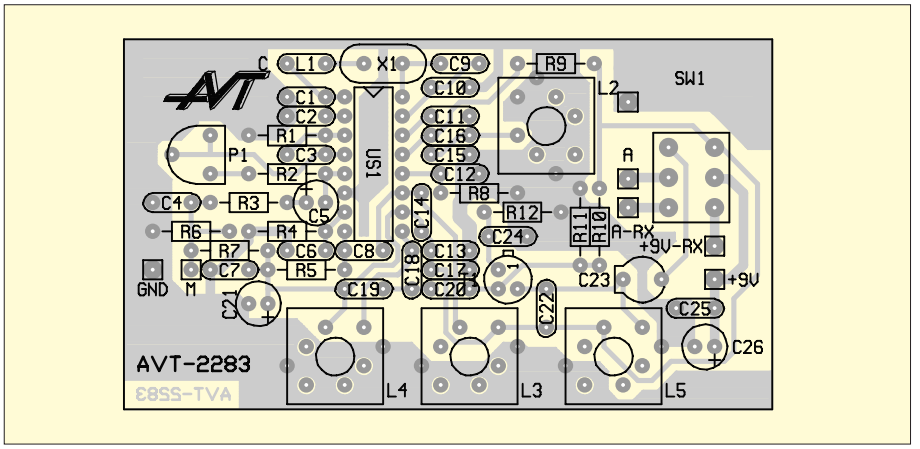
Cewka L1 o regulowanej indukcyjności – max. 5µH (potrzebna tylko przy obniżaniu częstotliwości) – może być wykonana przez nawinięcie na korpusie filtru 7x7mm około 20 zwojów drutu DNE 0,1mm.

Do zasilania układu można wykorzystać 2 baterie płaskie po 4,5V bądź od razu 9V 6F22 lub zasilacz stabilizowany 9V.

Uruchomienie nadajnika polega na zestrojeniu obwodów rezonansowych poprzez odpowiednie kolejne ustawianie rdzeni w korpusach cewek i ewentual-

Rys. 2. Schemat ideowy





Rys. 3. Schemat montażowy

nym skorygowaniu współpracującego kondensatora tak, aby uzyskać maksymalną wartość amplitudy sygnału przy wymaganej częstotliwości. Dla osób nie mających doświadczenia w uruchamianiu układów w.cz. czy nie dysponujących choćby minimalnym zestawem przyrządów (częstościomierz cyfrowy o maksymalnym zakresie około 200MHz oraz miernik w.cz., na przykład multimetr V640 z sondą w.cz.) może okazać się bardzo trudne. Pomocnym w zestrojeniu nadajnika i końcowym jego sprawdzeniu może być fabryczny skaner częstotliwości czy radiotelefon FM/2m np. pożyczony na czas prób od kolegi uruchomiony układ odbiornika kit AVT-2175 (opis EdW-1/98).

Ideałem byłoby wykorzystanie w tym miejscu radiotestera przy pomocy którego można od razu zobaczyć widmo sygnału wyjściowego, moc, częstotliwość oraz dewiację częstotliwości (korekcja przy pomocy P1).

W przypadku podłączenia mikrofonu pojemnościowego należy uzupełnić układ o rezystor R7 oraz R6 (na początku można pominąć; wartość zależna od użytego typu mikrofonu elektretowego).

Chcąc uzyskać większą moc wyjściową należy zastosować dodatkowy stopień tranzystorowy pracujący w klasie C np. dla mocy 0,5W – tranzystor z serii BFY 99. Opisany układ mininadajnika po odpowiednim zestrojeniu może być z powodzeniem używany również w zakresie CB, 2m czy nawet 70cm. W tym ostatnim przypadku tranzystor T1 jest wykorzystywany jako potrajacz częstotliwosci. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie aby wyeliminować trudno dostępny rezonator 12...MHz i aby użyć innych posiadanych rezonatorów z serii 8..., 9..., 16... czy 18...MHz. Cały problem leży jak wiadomo w obwodach rezonansowych. Można także stosować inne sposoby powielania niż opisany powyżej w formie przykładu i ten sam kanał Packet Radio uzyskać podłączając jako X1 popularny rezonator 27,145MHz (wtedy powielanie będzie następujące: L2/18MHz, L3/36MHz, L4/72MHz, L5/144MHz). Przewidziany na płytce drukowanej pojedynczy przełącznik ISOSTAT został pomyślany z myślą rozbudowy układu do pracy transceiverowej. Jedna sekcja przełącznika jest wykorzystywana do przełączania zasilania 9V a druga – anteny (elementów wspólnie wykorzystywanych z odbiornikiem FM/2m – np. AVT-2175). Antena może być typu GP 1/4 (promiennik 49cm +3 przeciwwagi również po 49cm) lub wieloelemntowa YAGA która ma większy zysk; przy tak małej mocy jest bardziej skuteczna.

W każdym przypadku znaczną niedogodnością ze stosowania tego układu mininadajnika jest praca tylko na jednym kanale w zależności od użytego rezonatora kwarcowego; w wielu przypadkach będzie to wystarczające.

Pewnym wyjściem z sytuacji właśnie w celu zwiększenia ilości kanałów pracy może być zastosowanie opisywanego już generatora VXO/2m (EP-11/97 – kit AVT-2172). W tym przypadku można wykorzystać istniejący na tej samej płytce układ VCO jako drugi generator odbiornika choć najlepszym wyjściem byłoby zastosowanie syntezera częstotliwości.

Nie wątpimy, że znajdą się tacy Czytelnicy, którzy wykorzystają opisane już na naszych łamach opisy i skonstruują od razu radiotelefon FM/2m na jednej płytce drukowanej i w technice SMD.

Andrzej Janeczek

Wykaz elementów

Rezystory
R1, R2: 100kΩ
R3: 2,7kΩ
R4: 150Ω
R5: 220kΩ
R6, R8: 1kΩ
R7, R10: 4,7kΩ
R9: 390kΩ
R11: 220Ω
R12: 47Ω
P1: 220kΩ (potencjometr montażowy)

Kondensatory
C1: 22pF (może być niepotrzebny; zależy od typu rezonatora)
C2, C3: 4,7nF
C4, C12, C17, C24: 1nF
C5, C21: 1uF/16V
C6, C13, C20: 470pF
C7, C25: 10nF
C8: 10pF
C9: 56pF
C10: 51pF
C11, C16: 47pF
C14: 18pF
C15: 68pF
C18: 12pF
C19: 33pF
C22: 8,2pF
C23, C: 5-40pF (trymer)
C26: 47uF/16V

Półprzewodniki
US1: MC2833
T1: 2N2369

Pozostałe
X1: patrz tekst
L1...L5: patrz tekst
Pz: przełącznik ISOSTAT (2×3)
M: mikrofon np. W-66 lub elektretowy (R6, R7)
A: antena na pasmo 2m

Uwaga!
- X1 oraz antena nie wchodzi w skład kitu.
- L2...L5 należy przed wlutowaniem przewinąć – patrz tekst.
- Jako M w kicie znajduje się mikrofon elektretowy

2193

Moduł sygnalizacyjno-alarmowy

(do domowego systemu sygnalizacyjnego)

W jednym z poprzednich numerów EdW przedstawiono koncepcję domowego systemu sygnalizacyjnego, zawierającego część bazową oraz szereg modułów. Opisano tam prosty moduł dzwonka o rosnącej głośności.

W niniejszym artykule zaprezentowano kolejny moduł do tego systemu. Do pełnego zrozumienia funkcjonowania modułu potrzebne są informacje zawarte we wspomnianym artykule z EdW 4/98.

Opisany układ monitoruje dwie linie dozorowe.

Moduł może mieć różnorodne zastosowania. W podstawowym zastosowaniu jest to moduł sygnalizacyjny, a nie ściśle alarmowy. Większość użytkowników zapewne wykorzysta do ochrony mieszkania czy gospodarstwa typową centralkę alarmową, być może fabryczną, a nie wykonaną we własnym zakresie. W takim przypadku opisywany moduł będzie pełnić jedynie rolę sygnalizacyjną, informując na przykład śpiących domowników o próbie włamania do garażu, do piwnicy czy do sklepu na parterze.

Niemniej jednak moduł może być z powodzeniem wykorzystany w roli prawdziwego alarmu, uruchamiającego sygnał alarmowy w mieszkaniu.

Układ elektroniczny modułu jest prosty i jego wykonanie nie sprawi nikomu trudności.

Opis układu

Schemat ideowy modułu przedstawiono na rysunku 1.

Moduł jest zasilany pojedynczym napięciem dołączonym do punktów P i O. Wyjściem jest punkt A.

Układ przeznaczony jest do współpracy z płytą bazową systemu (AVT-2191), dlatego zawiera typowy układ wyjściowy zawierający źródło prądowe z tranzystorem T2. W typowych zastosowaniach tranzystor T3 nie będzie stosowany, dlatego przewidziano połączenie wyprowadzeń jego bazy i emitera. W stanie spoczynku na wyjściu bramki U1D panuje stan wysoki. Przez rezystor R11 i diodę D3 nie płynie prąd, napięcie na bazie tranzystora T2 jest równe dodatniemu napięciu zasilającemu i tranzystor ten jest zatkany. Z wyjścia A nie wypływa prąd.

Układ monitoruje stan dwóch linii (pętli) dozorowych, dołączonych do punktów E, O1 oraz F, O2. Gdy wszystko jest w porządku i linie te nie są przerwane, na nóżkach 1 i 5 bramek U1A oraz U1B panuje stan niski. Obwody R3C1 i R4C2 są filtrami, nie dopuszczającymi do wejść kostki indukowanych w liniach zakłóceń impulsowych, które mogłyby wywoływać fałszywe alarmy. Dodatkowo chronią te bramki przed uszkodzeniem silnymi impulsami z linii (mogącymi się tam pojawić np. przy uderzeniu w pobliżu pioruna).

Bramki U1A i U1B pracują w roli generatorów. W chwili naruszenia (przerwania) linii dozorowej włącza się jeden z generatorów. Generatory te pracują z niewielką częstotliwością, rzędu 1...5Hz. Każdy z nich wytwarza przebieg o innej częstotliwości (zależnej od pojemności C3 i C4), który pozwoli domownikom zidentyfikować na podstawie rytmu pracy, która linia została naruszona.

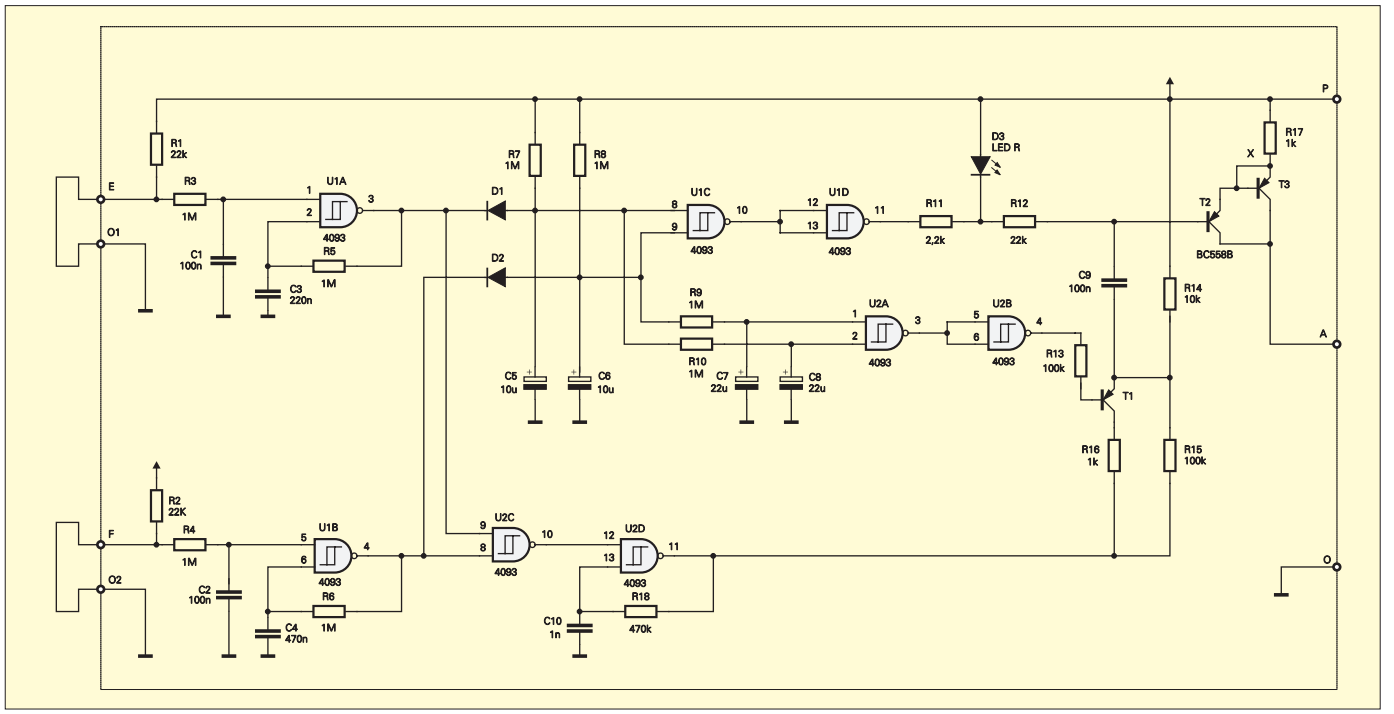
W stanie spoczynku na wyjściach generatorów taktujących U1A oraz U1B występuje stan wysoki. Tym samym na wyjściu bramki U2C występuje stan niski, który uniemożliwia pracę głównego generatora alarmowego z bramką U2D.

Stan wysoki na wyjściach bramek U1A oraz U1B powoduje także, że diody D1 i D2 nie przewodzą. Tym samym kondensatory elektrolityczne C5 i C6 są w stanie spoczynku w pełni naładowane – cały czas stoją pod pełnym napięciem zasilającym.

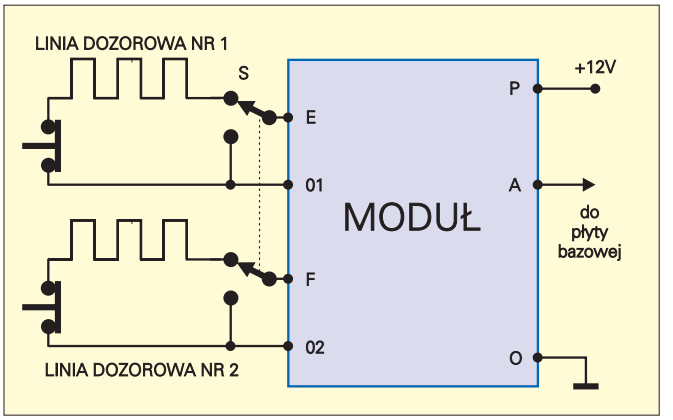
Tak samo kondensatory C7 i C8 są w pełni naładowane przez rezystory R9 i R10.

Ponieważ główny generator alarmu (U2D) nie pracuje, na bazę tranzystora T2 nie jest podawany żaden przebieg zmienny.

W stanie spoczynku układ elektroniczny nie pobiera prądu. Płynie jedynie prąd w obwodzie dwóch linii dozorowych. Przy podanej wartości rezystorów R1 i R2 pobór prądu w spoczynku wynosi około 1...1,2mA. Prąd ten można zmniejszyć do wartości 50...100µA, zwiększając rezystancje R1 i R2 nawet do 220...470kΩ. Nie wpłynie to na działanie układu, może jedynie zwiększyć poziom zakłóceń, jeśli linie byłyby bardzo długie. W takim wypadku dobrze byłoby między punkty E, O1 i F, O2 włączyć kondensatory foliowe (MKT, MKSE) o napięciu pracy 250...630V i pojemności 10...100nF. W typowych zastosowaniach takich dodatkowych kondensatorów nie trzeba stosować.



Rys. 1. Schemat ideowy modułu



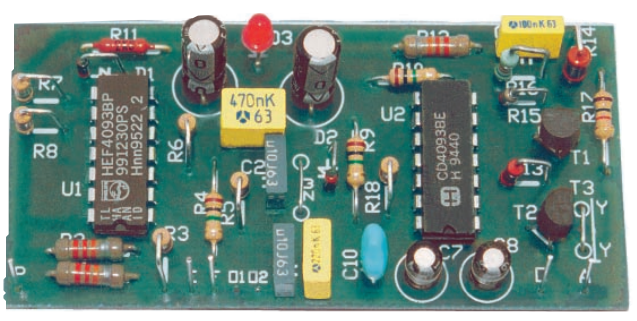
Rys. 2. Przykład wykorzystania

Po przerwaniu linii dozorowej zacznie pracę jeden z generatorów taktujących (U1A, U1B). Już pierwszy impuls na wyjściu generatora spowoduje rozładowanie jednego z kondensatorów C5, C6 przez diodę D1 lub D2. Stan niski na którymkolwiek wejściu bramki U1C spowoduje pojawienie się stanu niskiego na wyjściu bramki U1D. Spowoduje to przepływ prądu przez diodę D3 i uruchomienie źródła prądowego z tranzystorem T2. Przez ten tranzystor popłynie prąd stały o wartości około 1mA, który „obudzi" wzmacniacze mocy na płycie bazowej.

Przebieg prostokątny z generatora taktującego spowoduje pracę głównego generatora U2D, oczywiście w rytmie wyznaczonym przez częstotliwość tego generatora taktującego (zależną od R5C3 i R6C4). Na wyjściu 11 bramki U2D pojawią się „paczki" ujemnych impulsów. Przebieg ten zostanie podany przez rezystor R15 i kondensator C9 na bazę T2, modulując prąd kolektora tego tranzystora. Ponieważ przebieg na wyjściu bramki U2D ma dużą amplitudę, dla zmniejszenia głośności dźwięku zastosowano dzielnik R15, R14 pozwalający uzyskać mało przeraźliwy sygnał z głośników systemu.

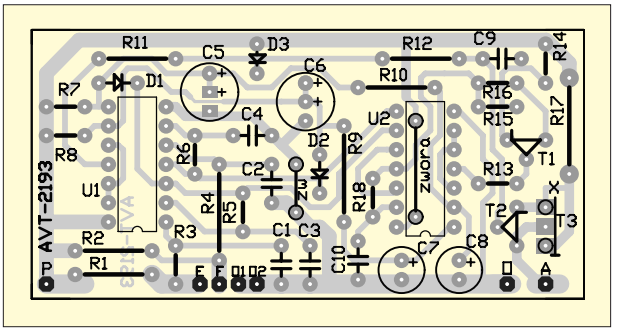
Ten stosunkowo cichy sygnał zostanie jednak radykalnie zwiększony po upływie pewnego czasu. Zadba o to obwód z bramkami U2A, U2B i tranzystorem T1.

Jak wspomniano, tuż po uruchomieniu któregokolwiek generatora taktującego (U1A, U1B) zostanie szybko rozładowany kondensator C5 lub C6 przez jedną z diod. Jeśli linia będzie naruszona (przerwana) na trwałe, na kondensatorze C5 lub C6 będzie się utrzymywał stan niski. Spowoduje to powolne rozładowywanie kondensatora C7 lub C8. Gdy napięcie na jednym z wejść bramki U2A opadnie poniżej dolnego progu przełączania, na wyjściu bramki U2B pojawi się stan wysoki. Tym samym zostanie otwarty tranzystor T1. Silne impulsy z wyjścia bramki U2D będą teraz mogły przechodzić na bazę T1 przez niewielką rezystancję R16. Spowoduje to radykalne zwiększenie głośności dźwięku w głośnikach systemu.



Taki sposób pracy modułu związany jest z główną możliwością wykorzystania. Jak widać z opisu, nie jest to klasyczny układ centralki alarmowej, bo nie zawiera obwodów wyłączania linii dozorowych oraz obwodów typowych opóźnień czasowych. W samej rzeczy, nie jest to centralka alarmowa, a jedynie układ sygnalizacyjny, pełniący pomocniczą rolę w systemie ochrony gospodarstwa domowego. Podstawowym zadaniem układu jest poinformować domowników o próbie włamania do garażu bądź komórki. Właśnie dlatego przewidziano dwustopniową głośność sygnału: jeśli stosunkowo cichy sygnał nie obudzi domowników i nie wywoła ich reakcji, po pewnym czasie odezwie się głośny alarm wyrywający z łóżek nawet najbardziej ospałych domowników. Rysunek 2 pokazuje przykład wykorzystania układu w opisany sposób. Podwójny wyłącznik S pozwoli wyłączyć alarm. Należy zwrócić uwagę, że zwarcie do masy wejść modułu (punkty E i F) praktycznie natychmiast wyłączy alarm, bo pomimo rozładowania C5, C6 i pracy źródła prądowego T1, przestaną pracować generatory U1A, U1B i w konsekwencji U2D.

c.d. na str. 17



Rys. 3. Schemat montażowy

Takie działanie jest zupełnie inne niż w centralce alarmowej, gdzie nawet chwilowe naruszenie linii dozorowej spowoduje włączenie alarmu na dłuższy czas. W układzie można uzyskać takie działanie, dołączając wejścia bramki U2C nie przed, ale za diodami D1, D2. W takim wypadku należałoby jednak dodać jeszcze układ wyłączania alarmu, na przykład przez zwieranie do plusa zasilania bazy tranzystora T2.

Montaż i uruchomienie

Opisany układ można bez problemu zmontować na płytce drukowanej pokazanej na **rysunku 3**. Montaż jest klasyczny, nikomu nie powinien sprawić kłopotów. Układy scalone CMOS dobrze jest wlutować (lub włożyć w podstawki) na końcu.

W typowym zastosowaniu nie będzie montowany tranzystor T3. Ponieważ punkty jego bazy i emitera są zwarte ścieżką, nie trzeba się o nic martwić. Wystarczy wlutować tranzystor T2.

Moduł zbudowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania i od razu będzie pracował poprawnie. Pod jednym warunkiem: kondensatory elektrolityczne powinny być wcześniej zaformowane, to znaczy włączone na kilka godzin pod napięcie stałe 12...15V. Jeśli kondensatory C5 – C8 nie zostaną wcześniej zaformowane, układ na pewno nie zadziała poprawnie przy pierwszym włączeniu. Trzeba go będzie na kilka lub raczej kilkanaście godzin pozostawić pod napięciem, by kondensatory te zaformowały się przez rezystory R7 – R10 o znacznej wartości.

Do pierwszego sprawdzenia nie trzeba włączać modułu do płyty bazowej systemu. Wystarczy między masę a punkt A włączyć szeregowo połączone diodę LED i słuchawkę telefoniczną. Po przerwaniu linii dozorowej zaświeci się dioda LED i odezwie się cichy dźwięk ze słuchawki. Ze względu na mały prąd wyjścia A (1mA) zarówno jasność świecenia tej diody, jak i dźwięk w słuchawce będą niewielkie.

Możliwości zmian

Przede wszystkim można zmieniać częstotliwość głównego generatora alarmu, zmieniając według uznania elementy R18 C10. Należy jednak pamiętać, że najbardziej słyszalne dla człowieka są dźwięki o częstotliwościach 1...3kHz.

W szerokich granicach można zmieniać częstotliwość obu generatorów taktujących przez zmianę pojemności C3 i C4 (oraz rezystancji R5, R6 w zakresie 100kΩ...4,7MΩ).

W wielu przypadkach użytkownik zechce zmienić czas opóźnienia włączania głośnego sygnału alarmowego. W tym celu trzeba zmienić wartości pojemności C7 i C8 w zakresie 1µF...47µF.

Nie ma natomiast większego sensu zwiększanie pojemności C5, C6, można je natomiast zmniejszyć do 4,7µF.

Wykaz elementów

(opcja 60Hz)

Rezystory
- R1,R2,R12: 22kΩ
- R3-R10: 1MΩ
- R11: 2,2kΩ
- R13,R15: 100kΩ
- R14: 10kΩ
- R16,R17: 1kΩ
- R18: 470kΩ

Kondensatory
- C1,C2,C9: 100nF
- C3: 220nF
- C4: 470nF
- C5,C6: 10µF/16V elektrolityczny
- C7,C8: 22µF/16V elektrolityczny
- C10: 1nF

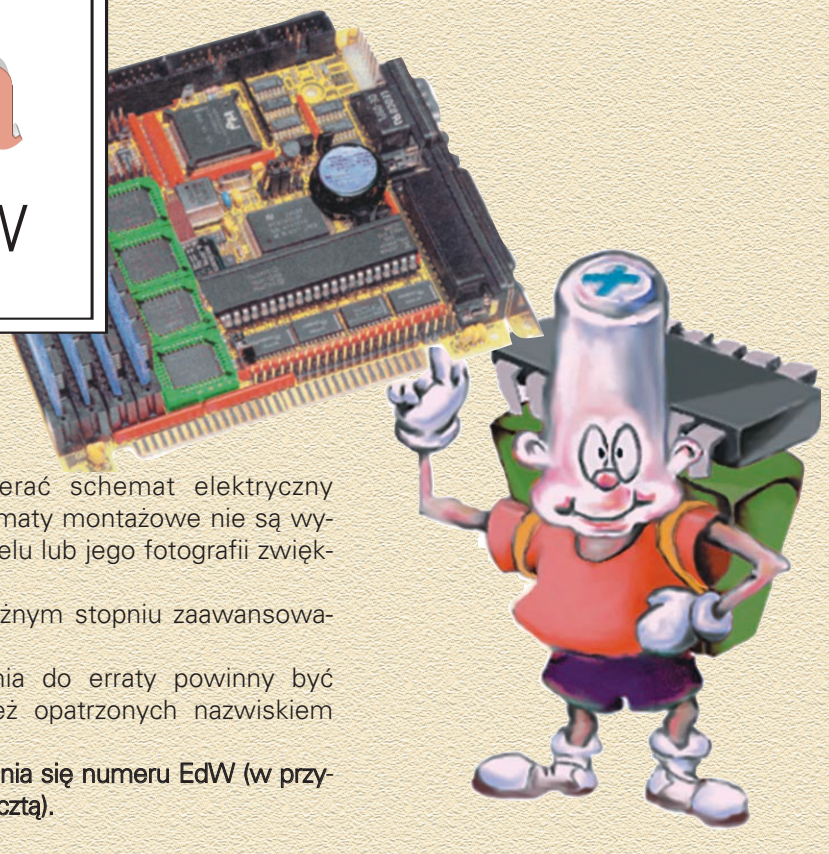
Półprzewodniki
- D1,D2: dioda 1N4148
- D3: LED czerwona
- T1,T2: BC558B
- T3: BD285 (nie montować)
- U1,U2: CMOS 4093

Jeśli użytkownik zechce zmienić głośność „cichego" i „głośnego" sygnału, może i powinien według upodobania dobrać wartości R15 i R16.

Można też zwiększyć pojemności C1, C2, nawet do 1µF, ale nie jest to potrzebne.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Szkoła KONSTRUKTORÓW



Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i zwięzły opis działania. Model i schematy montażowe nie są wymagane. Przysłanie działającego modelu lub jego fotografii zwiększa szansę na nagrodę.

Ponieważ rozwiązania nadsyłają czytelnicy o różnym stopniu zaawansowania, mile widziane jest podanie swego wieku.

Ewentualne listy do redakcji czy spostrzeżenia do erraty powinny być umieszczone na oddzielnych kartkach, również opatrzonych nazwiskiem i pełnym adresem.

Prace należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się numeru EdW (w przypadku prenumeratorów – od otrzymania pisma pocztą).

Zadanie 29

Temat tego zadania nadesłał **Mariusz Widerski** z Gdyni. Sytuacja jest następująca: osoba częściowo sparaliżowana może poruszać tylko głową i w bardzo niewielkim stopniu palcami rąk.

Zaprojektować system, który pozwalałby takiej osobie sterować zasłonami lub roletami w oknach, radiem (załącz/wyłącz), ustawić pozycję łóżka (chodzi o sterowane elektrycznie łóżko dla ciężko chorych), itp.

Oficjalny temat zadania brzmi:

Zaprojektować system sterowania urządzeniami elektrycznymi, który mógłby być wykorzystany przez osobę częściowo sparaliżowaną.

Tym razem zadanie na pewno jest trudniejsze, niż zazwyczaj. W zasadzie nie oczekuję działających modeli, ale gdybyście takowe nadesłali, nie będę zaskoczony.

Na początek trzeba dobrze przemyśleć zagadnienie i przyjąć realne założenia – to będzie bardzo ważny etap pracy. Potem trzeba wybrać sposób sterowania. Jedną z możliwości jest sterowanie głosem, inną – jakimś manipulatorem obsługiwanym częściowo sprawną ręką. A może jeszcze coś innego?

Po wybraniu sposobu sterowania trzeba pomyśleć o samym układzie elektronicznym i elementach wykonawczych.

Nie wolno zapomnieć o względach bezpieczeństwa. Urządzenie w żadnym wypadku nie może stwarzać zagrożenia porażeniem lub na przykład pożarem.

Bardzo ważną kwestią jest tu pewność działania i niezawodność. Wystarczy sobie wyobrazić, co może się zdarzyć jeśli urządzenie będzie niestabilne, będzie błędnie interpretować polecenia i na przykład zamiast włączyć radio, ustawi elektrycznie sterowane łóżko w jakiejś koszmarnie niewygodnej pozycji.

W przypadku osoby o ograniczonym zdolnościach ruchowych warto pomyśleć o dodatkowym (może nawet oddzielnym) bloku sygnalizacji, który w razie jakichś wyjątkowych sytuacji umożliwi szybkie wezwanie pomocy domowników lub kogoś z sąsiedztwa.

Temat zadania jest wzięty z życia. Takie są rzeczywiste potrzeby. Postawione wymagania są jednak dość wysokie, zbyt wysokie dla znacznej części uczestników Szkoły. Dlatego przy ocenie rozwiązań będę oceniał nie tylko rozwiązania całościowe, ale także pomysły częściowe, dotyczące tylko niektórych zagadnień. Nie obawiajcie się więc i nadsyłajcie także rozwiązania częściowe.

Choć temat nie wygląda na najłatwiejszy, wierzę iż ruszycie głową i zaprezentujecie szereg interesujących pomysłów i propozycji. A może ktoś już zmierzył się z takim tematem? W takim razie bardzo proszę, by podzielił się swymi dobrymi i złymi doświadczeniami.

Jednocześnie przypominam o możliwości nadsyłania propozycji tematów zadań. Ostatnio otrzymałem trochę takich propozycji, ale niestety spora część z nich albo jest zbyt trudna, albo polega na wykonaniu konkretnego urządzenia i istnieje poważna obawa, iż niektórzy zachcą po prostu „zerżnąć" gotowy schemat z literatury. Pomyślcie proszę, jakie konkretne potrzeby można zaspokoić za pomocą urządzeń elektronicznych. W jakich sytuacjach potrzebne byłoby jakieś nietypowe urządzenie, skonstruowane we własnym zakresie? Czekam na takie propozycje zadań, które dają pole do popisu konstruktorowi, a nie przerysowywaczom schematów.

Rozwiązanie zadania 25

Temat zadania numer 25 brzmiał: zaprojektować niedrogi i funkcjonalny system alarmowy dla ochrony namiotu.

Na początek muszę stwierdzić, że otrzymałem tylko kilkanaście prac, czyli zdecydowanie mniej, niż przeciętnie. Z jednej strony zadanie wydawało się bardzo łatwe, ale w sumie okazało się, że wartościowych rozwiązań nadeszło niewiele.

Choć skuteczność urządzenia do ochrony namiotu jest dyskusyjna, na pewno nie zaszkodzi wypróbować w praktyce układ prosty i niekłopotliwy w obsłudze. Przy okazji można się dużo nauczyć.

Niestety, ponad połowa prac zawiera propozycje zupełnie nie do przyjęcia. Przed miesiącem pisałem szeroko o konieczności oszczędzania energii. Również przy okazji tego zadania nie mogę pominąć kwestii poboru prądu.

Proponując praktyczny układ alarmowy do ochrony namiotu przede wszystkim trzeba zastanowić się nad zasilaniem. Czy znacie stary dowcip z czasów, gdy pojawiły się pierwsze zegarki elektroniczne, dowcip o facecie, który wracał do kraju zza granicy? Nie znacie?

Na lotnisku pytają go: co tam kupiłeś?
– Zegarek elektroniczny na rękę?
– Zegarek? A co masz w tych dwóch dużych walizach?
– Baterie do niego.

Tyle stary dowcip, który w wersji oryginalnej zawierał jeszcze nazwę kraju, z którego wracał ten delikwent.

A alarm do ochrony namiotu? Czy przypadkiem nieszczęśnik – turysta, który chciałby taki alarm wykorzystać, nie będzie zmuszony dźwigać drugiego plecaka zawierającego baterie zasilające?

Zapewniam was, że gdybyśmy zrealizowali pomysły niektórych kolegów, baterie potrzebne do zasilania alarmu w ciągu dwóch tygodni ważyłyby pewnie kilka kilogramów. Tu czepiam się tych wszystkich, którzy zaproponowali tor podczerwieni aktywnej lub podobny układ pobierający w spoczynku znaczny prąd.

Znów warto wspomnieć, co to znaczy znaczny prąd?

Nie wyobrażam sobie, by urządzenie do ochrony namiotu ważyło więcej niż ćwierć kilograma i by do zasilania była potrzebna bateria inna niż mała 9-woltowa 6F22.

A pobór prądu w spoczynku? Oczywiście najlepiej zero, a ściślej poniżej 1µA! Nie ma mowy, by w ciągu powiedzmy dwóch tygodni, czy miesiąca pobytu pod namiotem wymieniać baterie. Jeśli już układ miałby pobierać w spoczynku jakiś prąd, to w ciągu miesiąca nie powinien on wyczerpać baterii więcej niż w 25% – przecież musi ona być gotowa do wszczęcia głośnego alarmu. Alkaliczna bateria 6F22 ma około 400...500mAh pojemności, czyli w ciągu pełnych dwóch tygodni, gdy alarm jest w stanie czuwania (14dni x 24h = 336 godzin) pobór prądu w spoczynku nie może być większy niż:

Imax = (0,25 x 400mAh) / 336 = 0,3mA

Niektóre proponowane układy miały być zasilane z sieci i rezerwowo z baterii. Idea jest niesłuszna! Choć rzeczywiście na niektórych polach namiotowych istnieje dostęp do sieci 220V, jednak prowadzenie długiego (jak długiego?) przewodu sieciowego mija się z celem, a ponadto stwarza realne niebezpieczeństwo porażenia. Przecież musiałby to być specjalny przewód w izolacji odpornej na uszkodzenie. Czyli zasilanie sieciowe odpada, zresztą transformator niedopuszczalnie zwiększałby masę urządzenia.

Przy podanym wcześniej ograniczeniu poboru prądu absolutnie odpadają układy bariery podczerwieni z ciągłą wiązką promieniowania, ale również układy impulsowe, zawierające odbiornik TFMS5360 i pokrewne.

Kilku kolegów zaproponowało „oszczędne" generatory impulsowe i odbiorniki TFMS. Wzorowali się na układzie opisanym w EdW 1, 2/98. Nie wzięli jednak pod uwagę informacji, że jest to prosty układ przeznaczony tylko do eksperymentów i że generator nadajnika nie zapewnia stabilności przy zmianach napięcia zasilającego i temperatury. W jednym z następnych numerów EdW (najprawdopodobniej w sierpniu lub wrześniu) zostanie przedstawiony układ, który zapewnia odpowiednią stabilność, ale też nie nadawałby się do ochrony namiotu choćby właśnie ze względu na pobór prądu.

Krótko mówiąc, wszelkie rozwiązania z torem podczerwieni są nie do przyjęcia. Nie znaczy to, że projekty zawierające elementy fotoelektryczne są z gruntu błędne. Przynajmniej trzech kolegów: **Bogdan Taranta** z Wrocławia, **Adam Dyga** z Tarnowskich Gór oraz **Marcin Grądzki** z Czechowic-Dziedzic zaproponowało różne urządzenia, które wszczynałyby alarm w przypadku oświetlenia ich jakimkolwiek światłem. Tu idea jest co najmniej sensowna.

Bogdan proponuje umieścić taki układ alarmowy np. w plecaku. Po otwarciu plecaka światło uruchomi alarm, który można wyłączyć wtykając w gniazdko zwykłego minijacka. Pomysł ciekawy – rzeczywiście zwykły minijack wystarczy, bo który złodziej nosi przy sobie taki wtyk? Pomysł Bogdana ma jednak istotną wadę: wszelkie sygnalizatory piezo (i nie tylko) radykalnie tracą skuteczność (głośność) po owinięciu tkaninami, a taka sytuacja będzie miała miejsce, gdy ewentualny złodziej zamknie plecak i dodatkowo przyciśnie go kocem.

Oczywiście w innym przypadku pozostawiony na widocznym miejscu sygnalizator (na przykład przywiązany do słupka namiotu) będzie podatny na zniszczenie. Ale to nie jest wielki problem: w namiocie nie ma dużego młotka, którym można szybko rozbić plastikową obudowę, a dobrze wykonany i zamknięty w obudowie sygnalizator nie zamilknie po uderzeniu o ziemię lub nadepnięciu butem.

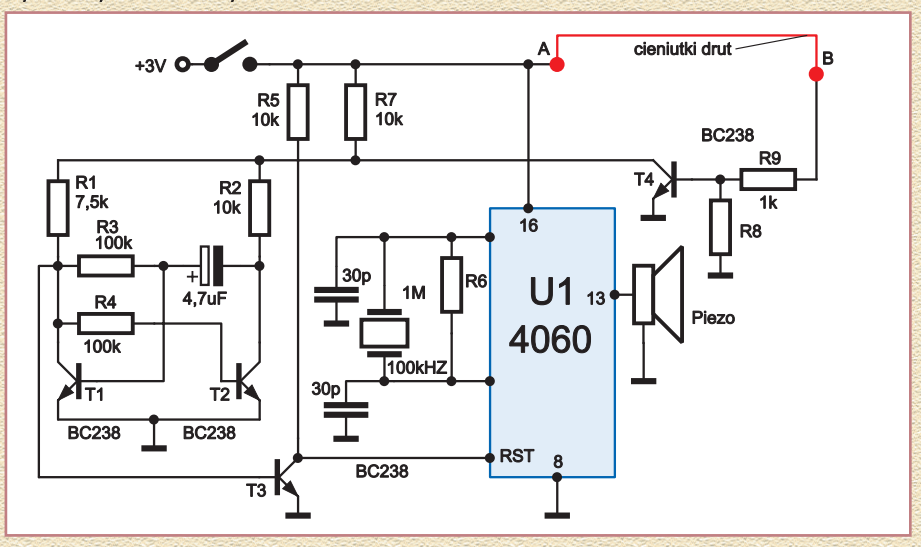
A może sygnalizator należałoby umieścić w trudno dostępnym miejscu między tropikiem a namiotem. Złodziej znajdujący się wewnątrz będzie przekonany, że sygnalizator jest poza namiotem. Właśnie problem unieszkodliwienia, czy to przez uszkodzenie, czy przez przykrycie kocem czy ubraniami, jest jednym z najtrudniejszych. Na pewno obudowa musi być na tyle mocna, by nie można jej szybko zniszczyć, a dostęp do baterii powinien być możliwy dopiero po odkręceniu kilku wkrętów.

Adam Dyga oprócz czujnika świetlnego widzi możliwość wykonania czujnika dotykowego, a także pętli z cienkiego drutu. Drucik ten byłby umieszczony na ściankach namiotu (wewnętrznego, nie tropiku) i włączałby alarm w przypadku przecięcia ścianki nożem. Pomysł z pętlą z drutu podało kilku innych kolegów, ale ich sugestie są zdecydowanie gorsze niż propozycja Adama, bo proponują rozciąganie drutu na zewnątrz namiotu. Oczywiście mija się to z celem, bo albo drucik taki zostanie zerwany przez przypadkowych przechodniów lub wałęsającego się psa, albo właściciel namiotu zdradzi ewentualnemu złodziejowi obecność zabezpieczenia, gdy będzie przed wyjściem z namiotu rozciągał druty.

A oto fragment listu Adama: *(...) zdecydowałem się wziąć udział w Szkole Konstruktorów i nadsyłam rozwiązanie zadania 25 pt.: „System alarmowy do ochrony namiotu".*

Cel zadania uważam za naprawdę trafny, ponieważ o tym, co to jest włamanie do namiotu zdążyłem przekonać się na własnej skórze.

Rys. 1. Zbyt rozbudowany układ

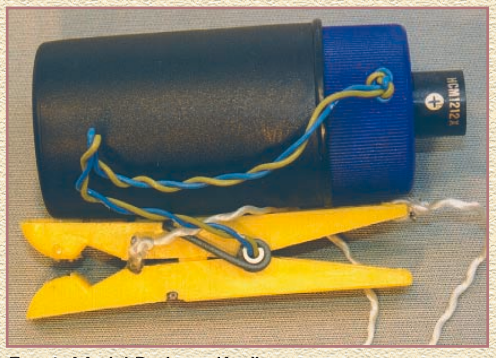


I co jest paradoksalne, nie spotkało mnie to na żadnym polu namiotowym, lecz przy własnym domu, gdy namiot znajdował się około 20m od drzwi wejściowych, a cały teren wokół domu jest ogrodzony.

Nie spodziewałem się, iż ktoś mógłby próbować tak ryzykownej kradzieży, lecz „przejechałem się" na tym. Mógłbym za to winić trochę mojego psa, który w czasie gdy złodzieje okradali namiot, leżał sobie spokojnie w budzie, nie dając znaków życia. Jednak jedno jest pewne – złodzieje nie mieli zainteresowań elektronicznych, gdyż w namiocie leżało kilka numerów EdW i to one ocalały. (...)

Centralka zaproponowana przez Adama jest sensowna, zawiera dwa układy scalone CMOS z bramkami NOR i NAND. Układ ma szansę pracować, choć dyskusyjna jest skuteczność w różnych sytuacjach. Choć nie podaję schematu, układ oceniłem jako poprawny, a Adamowi przydzieliłem książkę jako upominek.

W pracach poszczególnych uczestników widać dwie różne koncepcje ochrony: jedna to nie dopuścić obcych do namiotu i jego uszkodzenia, druga to chronić jedynie pozostawione rzeczy. Ta druga koncepcja jest zdecydowanie bardziej praktyczna.



Fot. 1. Model Dariusza Knulla

Jeśli chodzi o wszystkie nadesłane prace, to nie mogę pominąć powszechnie popełnianych błędów, a właściwie nie błędów, tylko niedoróbek. W zasadzie wszystkie propozycje mają szansę działać. Jednak zdecydowana większość uczestników niepotrzebnie rozbudowała układ. Tu przypomina się kolejny bardzo stary dowcip o maści na szczury. Maść tę reklamowano następującym tekstem:

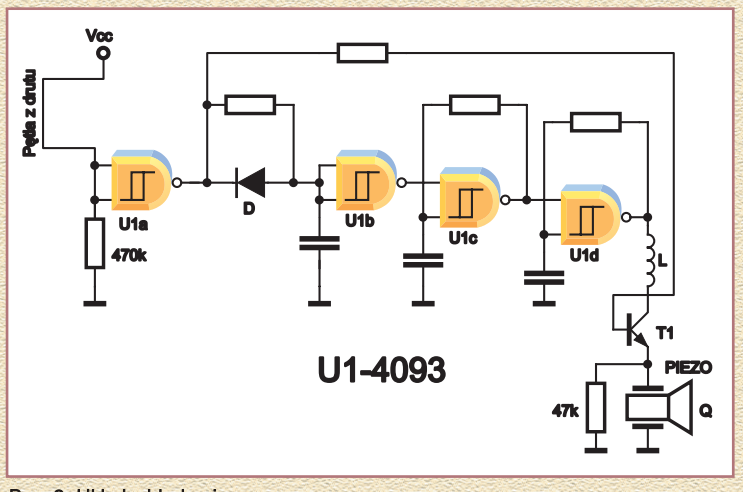
Maść na szczury, maść na szczury...
Wyciągamy szczura z dziury,
smarujemy go pod włos,
i po trzech dniach szczur zdycha!

Maść była ponoć dość droga, ale ogólnie znakomita i skuteczna, tylko... najpierw należało szczura złapać. Na pewno wielu bezmyślnie nabrało się i kupiło tę maść, by walczyć ze szczurami.

Podobnie wyglądają niektóre nadesłane propozycje układowe. Na większości schematów oglądałem niepotrzebnie wyrośnięte mutanty, zawierające kilkakrotnie więcej elementów niż potrzeba. Udziwniony i rozrośnięty był nie tylko układ elektroniczny, ale i omówione wcześniej czujniki.

Przykład takiego zbyt rozbudowanego układu można zobaczyć na **rysunku 1**. Przede wszystkim niepotrzebny jest kosztowny rezonator kwarcowy – można go zastąpić obwodem RC. Także sposób sterowania jest nie tylko zbyt rozbudowany, ale i zawikłany.

Inny przykład niedopracowanego układu można zobaczyć na **rysunku 2**. Błędów jest tu wiele. Bramka wejściowa współpracująca z linią dozorową nie ma obwodu odkłócania (prosty filtr RC) i indukowane nawet na polu namiotowym zakłócenia mogą zakłócać pracę układu. Poważną niedoróbką jest fakt, że w stanie spoczynku oba generatory pracują i niepotrzebnie zużywają prąd. Tranzystor jest tylko po to, by wyłączyć sygnalizator piezo w takim „stanie spoczynku". Ale tu również są błędy. Przetwornik piezo to ze swej natury kondensator. Prąd płynie przezeń w obie strony. Tymczasem tranzystor przepuszcza prąd tylko w jednym kierunku. Zastosowanie rezystora równolegle z przetwornikiem trochę poprawia sytuację, ale głośność będzie niewielka. Dla uzyskania dużej głośności rezystor ten powinien mieć małą wartość, a to z kolei niepotrzebnie zwiększy pobór prądu w czasie alarmu. Bezsensowne jest dodanie cewki na wyjściu ostatniego generatora. Po pierwsze przetwornik nie powinien być sterowany wprost z wyjścia generatora, tylko przez dodatkową bramkę – bufor. Po drugie, włączenie cewki szeregowo z przetwornikiem praktycznie nic nie daje! Pisaliśmy o tym wielokrotnie, a jednak niektórzy autorzy nadal z przyzwyczajenia stosują ten bezsensowny sposób. Jedynym skutecznym sposobem zwiększenia głośności jest włączenie cewki równolegle do przetwornika. Indukcyjność cewki z pojemnością przetwornika powinna tworzyć obwód rezonansowy o częstotliwości równej częstotliwości charakterystycznej (mechanicznej) tego przetwornika, co wymaga użycia indukcyjności rzędu kilkunastu milihenrów.



Rys. 2. Układ z błędami

Po trzecie stosowanie jakiejkolwiek cewki i obok tranzystora przepuszczającego prąd w jednym kierunku też jest bez sensu.

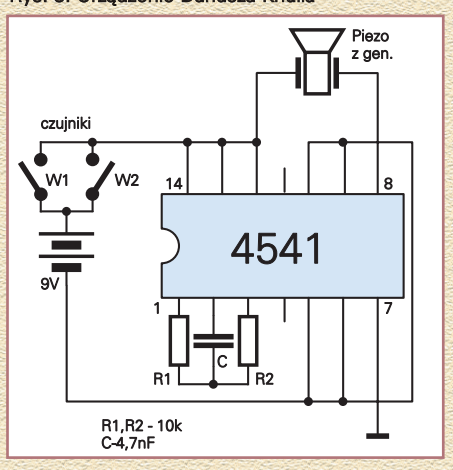
Wystarczy jednak trochę pomyśleć i przerobić przedstawiony układ, by w spoczynku nie pobierał prądu lub pobierał jakieś drobne mikroampery, a dźwięk sygnalizatora był bardzo głośny. Wystarczą do tego pokazane elementy. Należy tylko zmienić sposób sterowania generatorów, a tranzystor włączyć inaczej. Kilka stosownych schematów pojawiło się na łamach EdW.

Do zrealizowania postawionego zadania naprawdę wystarczy jeden układ scalony i kilka elementów biernych, w tym membranę piezo lub głośny brzęczyk. Dodatkowo trzeba zastosować prosty czujnik alarmu, ale raczej nie pętlę, tylko styki z wyciąganych spomiędzy nich izolatorem, oraz skuteczny element wykonawczy czyli głośną syrenę pobierającą nie więcej niż 100mA prądu.

Na tle licznych zbyt rozbudowanych układów tym bardziej na pochwałę i wyróżnienie zasługują wszystkie te propozycje, które były proste i w miarę skuteczne. I tak upominek otrzyma **Cezary Dylewski** z Grudziądza, który zaproponował bardzo mało skuteczny układ elektroniczny, składający się z jednej bramki CMOS (4093) rezystora, kondensatora tworzących najprostszy generator, sterujący bezpośrednio membraną piezo. Upominek otrzyma nie za nieporadny układ i brak buforowania (tu jednak trzeba przyznać, słusznie zasilany napięciem 18V a nie 9V), ale za czujnik: plastikowy bolec umieszczany między stykami. Alarm zostanie uruchomiony po wyciągnięciu bolca (lub jakiegokolwiek innego izolatora) spomiędzy styków. Jest to znakomite, tanie i sprawdzone rozwiązanie. Stosowane jest zresztą w tak zwanych alarmach osobistych, używanych m.in. przez listonoszy. Alarm zostaje wywołany po wyrwaniu zatyczki. Zatyczka jest tak zrobiona, że trudno ją szybko włożyć z powrotem, co uniemożliwia złodziejowi czy napastnikowi wyłączenie alarmu, a uszkodzenie urządzenia też jest trudne ze względu na odpowiednio mocną obudowę i brak bezpośredniego dostępu do baterii. Gdyby Czarek bardziej dopracował układ, choćby by uzyskać głośniejszy dźwięk, z pewnością otrzymałby nagrodę, a nie tylko upominek.

Podobny upominek otrzyma też **Łukasz Świerczyna** z Libiąża. Łukasz zaproponował sensowną centralkę z dwoma przerzutnikami RS (jeden jako pamięć alarmu) i dwoma kostkami 4060. Upominek będzie jednak nie za

Rys. 3. Urządzenie Dariusza Knulla



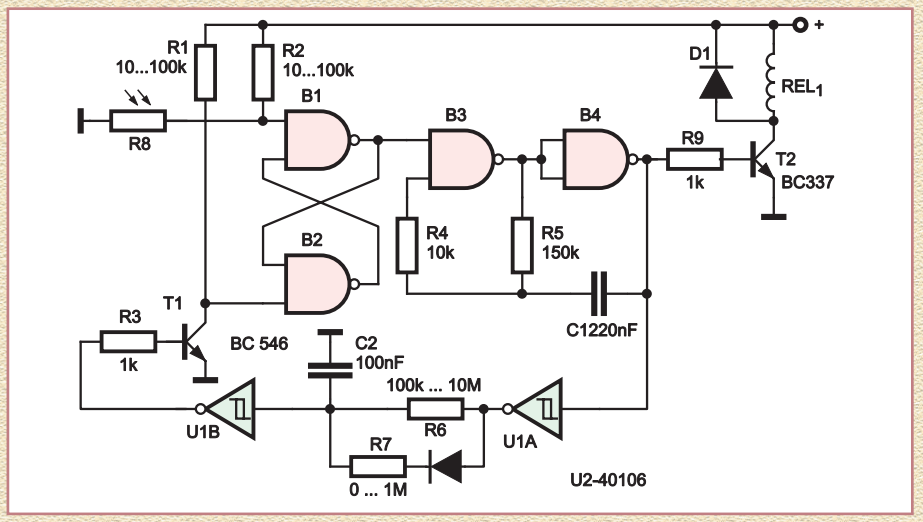
układ, który można zrealizować znacznie prościej, a za pomysł czy właściwie ideę czujnika. Łukasz wprawdzie nie podał szczegółów, ale zaproponował czujnik z dwóch gołych przewodów, uruchamiany w momencie rozsuwania suwaka.

Właśnie takie proste sposoby wydają się najbardziej sensowne. Oczywiście trzeba wziąć pod uwagę kwestię wyłączania alarmu przez właściciela namiotu, ale to już nie stanowi większego problemu. Można to załatwić albo układem opóźnionego włączania i jakimś prostym kluczem (jak wspomniany wtyk minijack), albo właściciel wiedząc o czujniku potrafi go delikatnie „rozbroić" nie wywołując alarmu.

Zanim przejdę do omówienia nadesłanych rozwiązań praktycznych, chciałbym wspomnieć o kilku kolegach, których prace może nie zachwyciły, ale znalazłem w nich jakieś pozytywne elementy. Są to **Jarosław Tarnawa** z Godziszki, **Rafał Kuchta** ze Skrzyszowa, **Michał Grzemski** z Grudziadza i **Jakub Betiuk** z Łowicza.

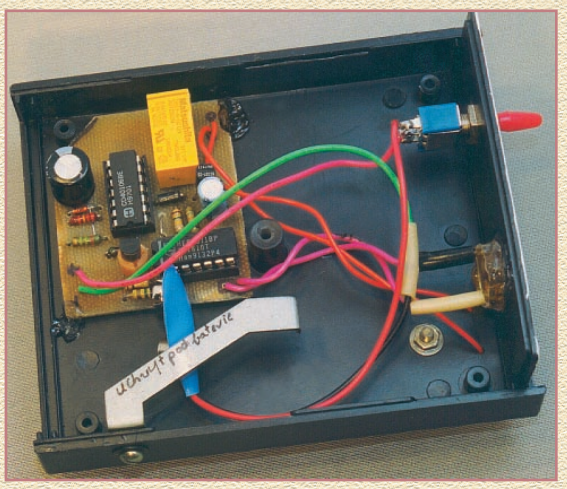
Rozwiązania praktyczne

Otrzymałem cztery modele. Bez najmniejszego wahania główną część puli nagród przydzieliłem Dariuszowi Knullowi z Zabrza. Jego układ można zobaczyć na **rysunku 3** i **fotografii 1**. Co prawda układ mógłby być głośniejszy – wystarczyło zastosować głośniejszy brzęczyk lub membranę piezo PCA100, jednak tym razem kluczowe znaczenie mają małe wymiary i ciężar. W tym względzie propozycja Darka



Rys. 4. Układ Marcina Grądzkiego

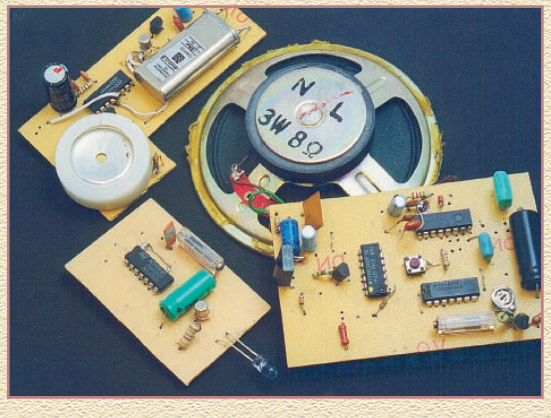
jest najlepsza spośród wszystkich nadesłanych. Układ właczy się na określony czas i nie będzie wył jak opętany aż do wyczerpania baterii. Co prawda po jednokrotnym zadziałaniu przestanie pełnić rolę stróża i trzeba go będzie na nowo uzbroić, jednak w sumie rozwiązanie nadaje się do praktycznego wykorzystania.



Fot. 3. Model Marcina Grądzkiego

Fotografia 2 przedstawia modele Jarosława Chudoby. Nie po raz pierwszy układy Jarka są zbyt rozbudowane. Doceniam trud włożony w wykonanie modeli, jednak nie mogę przydzielić nagrody – Jarek otrzyma jako upominek książkę. I to nie za pomysł układu, tylko za wytrwałość i wkład pracy.

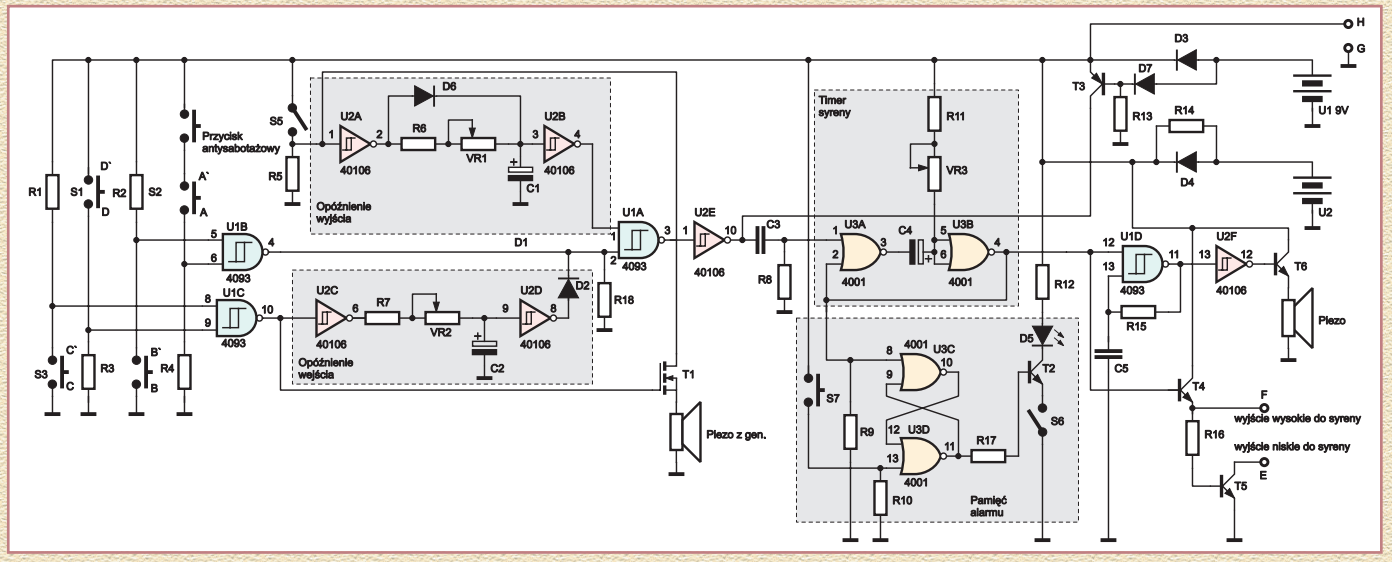
Fot. 2. Układy Jarosława Chudoby

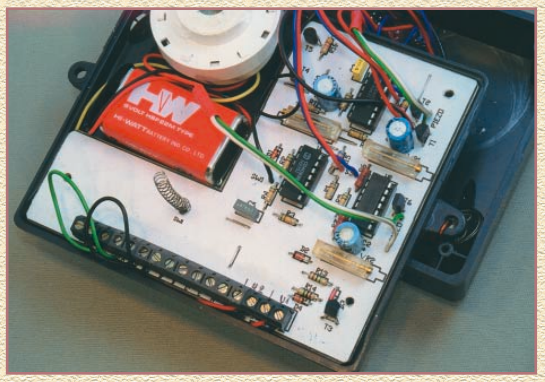


Z kolei **rysunek 4** i **fotografia 3** przedstawiają układ Marcina Grądzkiego. Marcin przewiduje możliwość zastosowania różnych czujników. Projekt jest sensowny, ale też trochę zbyt rozbudowany, dlatego Marcin również otrzyma „tylko" upominek w postaci dobrej książki.

Również dobrą książkę jako upominek otrzyma Mariusz Nowak, którego układ i model można zobaczyć na **rysunku 5** i **fotografii 4**. Układ Mariusza przede wszystkim jest zbyt skomplikowany, a poza tym zawiera kilka błędów. Tak, układ pracuje a są w nim błędy. Nie jest to niczym nowym w elektronice. Takie błędy objawiają się na przykład niepewnym działaniem lub zwiększonym poborem prądu w pewnych warunkach. Takim błędem jest na

Rys. 5. Układ Mariusza Nowaka





Fot. 4. Alarm Mariusza Nowaka

przykład połączenie kolektora T3 z wyjściem bramki U2E. Niedoróbką jest także brak jakiegoś układu pamiętającego w obwodzie linii zwłocznej. Linia ta wywoła alarm tylko przy trwałym naruszeniu, na przykład trwałym przerwaniu linii dozorowej. Nie zadziała natomiast przy chwilowym naruszeniu tej linii.

Mariusz jest stałym uczestnikiem Szkoły i zawsze z przyjemnością oglądam jego starannie wykonane modele. Jednak z braku doświadczenia popełnia on sporo drobnych błędów. Jestem przekonany, że kolejne projekty będą zawierać ich coraz mniej. Niech więc książka będzie zachętą do dalszych prób.

Uwagi końcowe

Ogólnie biorąc, nie jestem zadowolony z poziomu prac. Większość albo zawierała istotne błędy, albo wskutek przyjęcia błędnych założeń była zbyt rozbudowana, bądź nieskuteczna.

Temat wydawał się dziecinnie prosty, a sprawił tyle trudności. Wśród rozwiązań zabrakło mi prostego czujnika wstrząsowego, mocowanego na przykład na słupku lub nawet płótnie namiotu. Taki czujnik wielokrotnego użytku ma wiele zalet, a jedyna wadą wydaje się tylko problem fałszywych alarmów pod wpływem wiatru. Ale może taki czujnik nie byłby związany z konstrukcją namiotu, tylko umieszczony gdzieś na podłodze, by odsuwanie zamka, przecięcie ścianki namiotu czy każdy inny wstrząs wywołał alarm.

Nikt nie wspomniał też o czujnikach nacisku, włączających alarm po stanięciu na nie nogą.

Jestem jednak przekonany, iż przedstawione informacje pozwolą młodym konstruktorom wzbogacić swoją wiedzę i potem zdobywać dalsze doświadczenia przeprowadzając kolejne próby w wytyczonym kierunku.

W tym miesiącu główną pulę nagród otrzyma (zapewne już otrzymał) **Dariusz Knull**. Jest to zestaw katalogów, których świeży zapas otrzymaliśmy właśnie od firmy Motorola. Natomiast **Mariusz Nowak**, **Marcin Grądzki**, **Adam Dyga**, **Jarosław Chudoba**, **Cezary Dylewski** i **Łukasz Świerczyna** otrzymają książki wydawnictw WNT i WKiŁ.

Jak zwykle pozdrawiam wszystkich uczestników i sympatyków Szkoły. Zachęcam do udziału w kolejnych zadaniach.

Wasz Instruktor
Piotr Górecki

Moduł sygnalizacyjno-alarmowy (c.d. ze str. 11)

Takie działanie jest zupełnie inne niż w centralce alarmowej, gdzie nawet chwilowe naruszenie linii dozorowej spowoduje włączenie alarmu na dłuższy czas. W układzie można uzyskać takie działanie, dołączając wejścia bramki U2C nie przed, ale za diodami D1, D2. W takim wypadku należałoby jednak dodać jeszcze układ wyłączania alarmu, na przykład przez zwieranie do plusa zasilania bazy tranzystora T2.

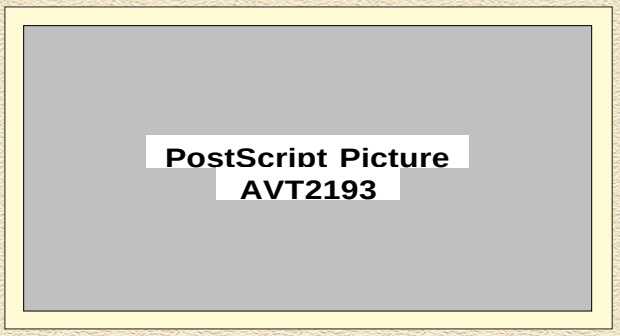
Montaż i uruchomienie

Opisany układ można bez problemu zmontować na płytce drukowanej pokazanej na **rysunku 3**. Montaż jest klasyczny, nikomu nie powinien sprawić kłopotów. Układy scalone CMOS dobrze jest wlutować (lub włożyć w podstawki) na końcu.

W typowym zastosowaniu nie będzie montowany tranzystor T3. Ponieważ punkty jego bazy i emitera są zwarte ścieżką, nie trzeba się o nic martwić. Wystarczy wlutować tranzystor T2.

Moduł zbudowany ze sprawnych elementów nie wymaga uruchomiania i od razu będzie pracował poprawnie. Pod jednym warunkiem: kondensatory elektrolityczne powinny być wcześniej zaformowane, to znaczy włączone na kilka godzin pod napięcie stałe 12...15V. Jeśli kondensatory C5 – C8 nie zostaną wcześniej zaformowane, układ na pewno nie zadziała poprawnie przy pierwszym włączeniu. Trzeba go będzie na kilka lub raczej kilkanaście godzin pozostawić pod napięciem, by kondensatory te zaformowały się przez rezystory R7 – R10 o znacznej wartości.

Do pierwszego sprawdzenia nie trzeba włączać modułu do płyty bazowej systemu. Wystarczy między masę a punkt A włączyć szeregowo połączone diodę LED i słuchawkę telefoniczną. Po przerwaniu linii dozorowej zaświeci się dioda LED i odezwie się cichy dźwięk ze słuchawki. Ze względu na mały prąd wyjścia A (1mA) zarówno jasność świecenia tej diody, jak i dźwięk w słuchawce będą niewielkie.



Rys. 3. Schemat montażowy

Wykaz elementów
(opcja 60Hz)

Rezystory
R1,R2,R12: 22kΩ
R3-R10: 1MΩ
R11: 2,2kΩ
R13,R15: 100kΩ
R14: 10kΩ
R16,R17: 1kΩ
R18: 470kΩ

Kondensatory
C1,C2,C9: 100nF
C3: 220nF
C4: 470nF
C5,C6: 10µF/16V elektrolityczny
C7,C8: 22µF/16V elektrolityczny
C10: 1nF

Półprzewodniki
D1,D2: dioda 1N4148
D3: LED czerwona
T1,T2: BC558B
T3: BD285 (nie montować)
U1,U2: CMOS 4093

Możliwości zmian

Przede wszystkim można zmieniać częstotliwość głównego generatora alarmu, zmieniając według uznania elementy R18 C10. Należy jednak pamiętać, że najbardziej słyszalne dla człowieka są dźwięki o częstotliwościach 1...3kHz.

W szerokich granicach można zmieniać częstotliwość obu generatorów taktujących przez zmianę pojemności C3 i C4 (oraz rezystancji R5, R6 w zakresie 100kΩ...4,7MΩ).

W wielu przypadkach użytkownik zechce zmienić czas opóźnienia włączania głośnego sygnału alarmowego. W tym celu trzeba zmienić wartości pojemności C7 i C8 w zakresie 1µF...47µF.

Nie ma natomiast większego sensu zwiększanie pojemności C5, C6, można je natomiast zmniejszyć do 4,7µF.

Jeśli użytkownik zechce zmienić głośność „cichego" i „głośnego" sygnału, może i powinien według upodobania dobrać wartości R15 i R16.

Można też zwiększyć pojemności C1, C2, nawet do 1µF, ale nie jest to potrzebne.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Pierwsze kroki w cyfrówce

część 16

W tym odcinku przedstawione są sposoby skracania cyklu zliczania. Sposoby takie są stosowane w większości liczników dziesiętnych.

Liczniki dziesiętne

A teraz kolejna istotna sprawa. Najpierw wydawało ci się, że liczniki nierozerwalnie związane są z kodem dwójkowym, potem namieszałem ci jakimś tam „dżonsonem", który nie dość, że jest jakby rejestrem, to jeszcze daje na wyjściu swego wewnętrznego dekodera nie kod dwójkowy, tylko tak zwany kod 1 z 10 (jeden z dziesięciu). Prawdopodobnie nurtuje cię jednak pytanie, jak to jest z licznikami liczącymi do dziesięciu. Czy do realizacji licznika dziesiętnego trzeba używać „dżonsona"? Przecież stany na jego wyjściach nie mają praktycznie nic wspólnego z liczbami 0...9 zapisanymi w kodzie dwójkowym.

Kiedyś, gdy byłem jeszcze bardzo młody, gdy pojawiały się pierwsze cyfrowe zegarki i elektroniczne kalkulatory (takie ze świecącymi na czerwono wyświetlaczami LED), wiedziałem już, że wszystkie układy cyfrowe, także w zegarkach i kalkulatorach, wykorzystują kod dwójkowy. Zastanawiałem się długo, jak „oni to zrobili", że dwójkowy licznik zlicza do dziesięciu, a dwa takie liczniki mogą zliczać do dwunastu, dwudziestu czterech, czy sześćdziesięciu. Było to dla mnie nieprzeniknioną tajemnicą. Może i ty, młody Czytelniku masz podobny problem. Jeśli tak, dokładnie zapoznaj się z poniższymi informacjami.

Prostym sposobem uzyskania licznika zliczającego do 10 jest po prostu skrócenie cyklu zliczania licznika czterobitowego. Czterobitowe liczniki z rysunków 1 i 6 zliczają do 16. Do szesnastu? Tu niektórzy zaprotestują! Ściśle biorąc, czterobitowe liczniki dwójkowe (binarne) mają 16 różnych stanów wyjściowych, a najwyższą zawartością jest liczba 15, czyli 1111_B. Tak jest! Nigdy nie zapominaj, że w elektronice i informatyce zliczanie zaczyna się od zera, a nie od jedności. Stąd oczywiście jeśli licznik ma mieć dziesięć stanów wyjściowych, to trzeba skrócić cykl pracy, by licznik liczył od 0 do 9, a potem znów zaczynał od zera. Na **rysunku 113** możesz zobaczyć oczekiwane stany licznika. Tylko jak skrócić cykl, by po liczbie 9 (1001_B) pojawiła się liczba zero (0000_B)?

Zasada jest prosta: w momencie, gdy licznik przechodzi do następnego stanu, czyli liczby 10 (1010_B), wszystkie przerzutniki zostają wyzerowane i cykl pracy rozpoczyna się od nowa. Jedno z najprostszych rozwiązań pokazane jest na **rysunku 114**. Bramka AND pełni rolę dekodera, wykrywa pojawienie się w liczniku liczby 1010_B, i zeruje przerzutniki. Proste?

Może zastanawiasz się, dlaczego występuje tu tylko dwuwejściowa bramka AND? Przecież zerowanie nastąpi nie tylko po pojawieniu się liczby 1010B, ale także 1011_B, 1110_B, 1111_B. Wpadłeś kolego! Przecież jeśli licznik zlicza w przód, to nie ma siły – najpierw pojawi się liczba 1010_B i licznik zostanie wyzerowany. Żadna z liczb 1011_B, 1110_B, 1111_B wcale nie pojawi się w liczniku w czasie normalnej pracy (choć może przypadkowo „wskoczyć" po włączeniu napięcia zasilającego – zastanów się samodzielnie, jak to wpłynie na cykl pracy licznika).

No i co?

Czy już zrozumiałeś, w jak prosty sposób można z klasycznego licznika dwójkowego wykonać licznik o dowolnie krótszej długości cyklu? Czy już wiesz, jak zrobić dzielnik dzielący częstotliwość przez dowolną liczbę?

Wystarczy do tego licznik dwójkowy o długości cyklu większej, niż ci potrzeba. Ten licznik musi mieć wejście zerujące. Zasada jest oczywista: jeśli licznik ma zliczać do jakiejś liczby N (a ściślej mieć N różnych stanów wyjściowych, łącznie z zerem), to należy przedstawić liczbę N w postaci dwójkowej, a następnie zbudować prosty dekoder, który wyzeruje licznik w momencie pojawienia się na wyjściach liczby N. Inaczej mówiąc, na wyjściach pojawiać się będą kolejne liczby od zera do N-1, a pojawienie się liczby N momentalnie wyzeruje licznik. Można powiedzieć, że w zasadzie liczba N nie pojawi się w liczniku (w rzeczywistości pojawi się tylko na kilkadziesiąt nanosekund). Zastanów się czy dobrze rozumiesz ostatnie zdanie.

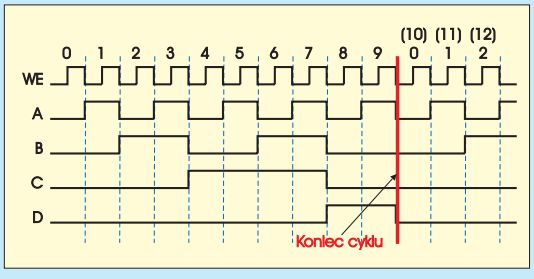
Na **rysunku 115** zobaczysz proste sposoby dowolnego skracania długości cyklu liczników asynchronicznych z rodzaju 4020, 4024, 4040, 4060 i w ogóle wszystkich liczników mających wejście zerujące. Pokazany dwunastobitowy licznik normalnie zlicza do 4096 (0...4095), ale w pokazanym układzie cykl został skrócony do 101001101011_B czyli 2667. W liczniku występują liczby 0...2666, pojawienie się liczby 2667 zeruje licznik. Zgadza się?

Czy dokładnie rozumiesz dlaczego przy ustawieniu dekodera na 2667, licznik zlicza od 0 do 2666? Musisz to dobrze pojąć. No i znów kłania się „oscyloskop w oku". Czy już widzisz kolejne niebezpieczeństwo?

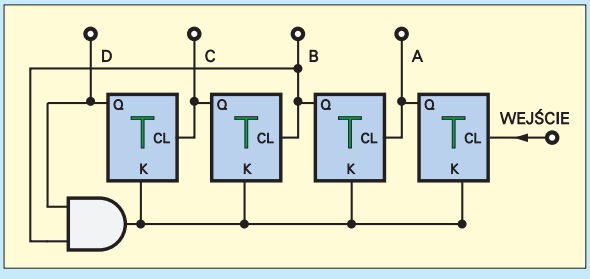
Jeszcze nie?

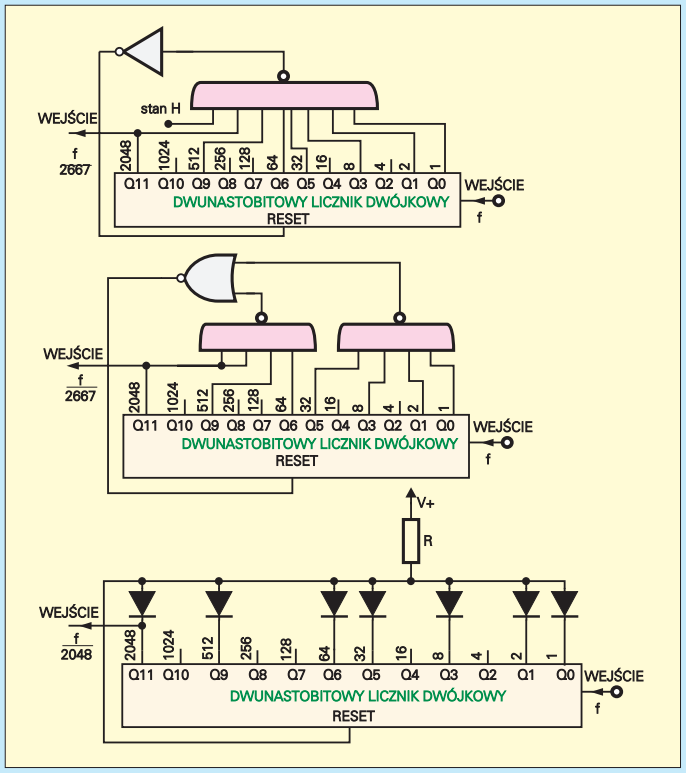
Mądre książki ostrzegają, iż przy takich najprostszych sposobach istnieje pewne ryzyko, że nie wszystkie przerzutniki zo-

Rys. 113

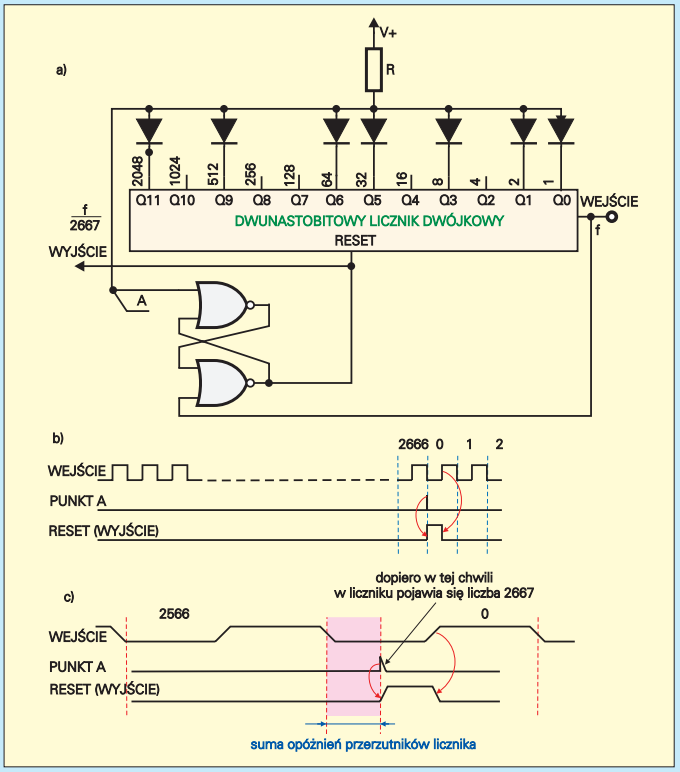


Rys. 114





Rys. 115



Rys. 116

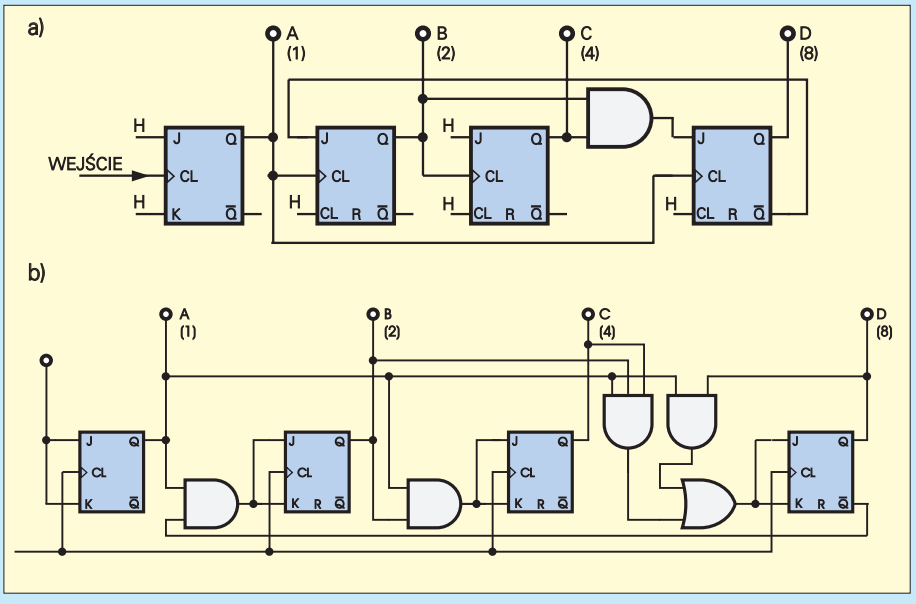
staną należycie wyzerowane. Przecież pojawienie się określonego stanu wyjściowego (liczby 2667) spowoduje momentalne wyzerowanie licznika i w efekcie stan ten zaniknie z wejścia zerującego dosłownie po kilkunastu czy kilkudziesięciu nanosekundach. Taki króciutki, nanosekundowy impuls może okazać się zbyt krótki do wyzerowania wszystkich stopni licznika. W praktyce sposoby z **rysunku 116** zdają egzamin, jeśli cały licznik zawarty jest w tym samym układzie scalonym. Tylko w przypadku, gdy do budowy licznika użyte byłoby kilka połączonych układów scalonych, rozrzuty ich parametrów mogłyby spowodować błędy. Wtedy wspomniane ryzyko można w prosty sposób wyeliminować, stosując przerzutnik RS według rysunku 116a. Zauważ, że tym razem nie ma ryzyka. Pojawienie się stanu wysokiego w punkcie A ustawia dodatkowy przerzutnik RS (z bramek NOR) i zeruje licznik. Pomimo, że impuls w punkcie A zanika po kilkudziesięciu nanosekundach, przerzutnik nadal jest ustawiony, aż do pojawienia się stanu wysokiego w przebiegu wejściowym. Zobaczysz to na rysunku 116b. Zwróć uwagę, że mamy tu do czynienia z typowym licznikiem asynchronicznym z aktywnym zboczem opadającym. Na rysunku 116b nie zaznaczyłem opóźnienia. Zobaczysz je pod lupą na rysunku 116c. Pamiętaj o tych opóźnieniach, bo ograniczają one maksymalną częstotliwość pracy licznika – stany na wszystkich wyjściach muszą się ustalić przed przyjściem na wejście zegarowe następnego aktywnego zbocza (układy z rys. 115) lub dodatniej połówki przebiegu (w układzie z rysunku 116). Właśnie tu masz przykład, że ze względu na sumowanie się opóźnień, licznik asynchroniczny będzie miał znacznie mniejszą maksymalną częstotliwość pracy, niż licznik synchroniczny o podobnej pojemności.

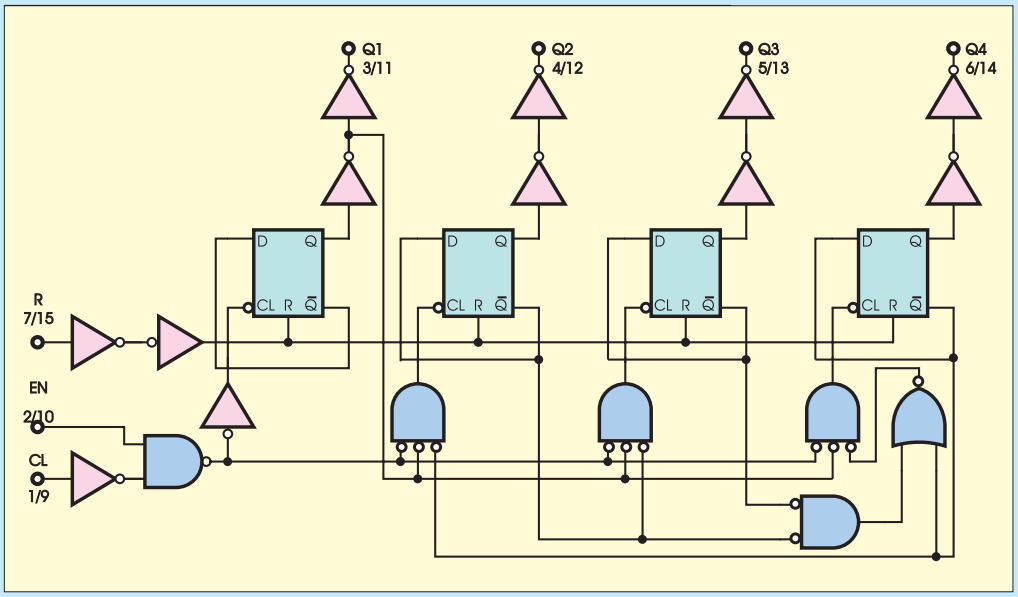
A co z błędnymi kodami na wyjściu licznika asynchronicznego? Czy nie spowodują błędnego działania i przedwczesnego skracania cyklu? Coś takiego mogłoby wynikać z rysunku 109a (w majowym numerze EdW).

Spróbuj udowodnić, że licznik będzie pracował poprawnie pomimo występowania błędnych kodów wyjściowych. To jest dość trudne, więc podpowiem ci: zastanów się, jakie błędne kody będą się pojawiać przy zliczaniu w przód.

W scalonych licznikach zliczających do dziesięciu stosuje się jeszcze inne sposoby skracania cyklu. Nie musisz ich wcale znać, ale jeśli cię to interesuje, dwa przykłady takich liczników znajdziesz na **rysunku 117**. Masz tu dekadowy licznik asynchroniczny (rysunek 117a) oraz synchroniczny (117b). Zachęcam cię, byś samodzielnie przeanalizował ich działanie i narysował przebiegi. Czy rzeczywiście są to liczniki liczące w kodzie dwójkowym od 0 do 9, mające przebiegi według rysunku 113?

Rys. 117





Rys. 118

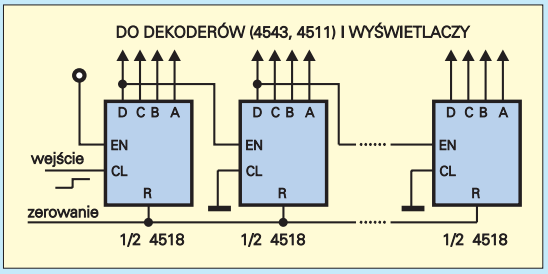
Zgadza się? Nie zdziwisz się zapewne, jeśli dowiesz się, że mniej więcej tak zrealizowane są niektóre liczniki scalone, np. 7490, 74160, 74190 czy 74192.

Rysunek 118 przedstawia schemat wewnętrzny bodaj najczęściej używanego licznika dekadowego z rodziny CMOS – kostki 4518. Jak widać, jest to licznik synchroniczny. Możesz spróbować przeanalizować jego działanie, ale nie to jest najważniejsze – chcę ci pokazać kolejną sprawę praktyczną.

Być może już zauważyłeś przeglądając katalog, że sporo liczników CMOS ma jakby podwójne wejście. W zasadzie jedno z tych wejść jest „prawdziwym" wejściem zegarowym, oznaczonym CL lub T, a drugie jest wejściem zezwalającym, oznaczonym zwykle EN od enable – zezwalać lub STROBE. Podanie na wejście EN stanu wysokiego umożliwia zliczanie impulsów podawanych na wejście CL, podanie stanu niskiego na EN uniemożliwia zliczanie, ale nie zeruje licznika. W takim układzie licznik zwiększa swą zawartość przy wystąpieniu na wejściu CL rosnącego zbocza.

Przemyślni twórcy liczników zadbali o to, by licznik mógł zwiększać swą zawartość także przy zboczu opadającym, co jak się za chwilę okaże, jest niezbędne przy łączeniu kilku takich liczników. Tak zaprojektowali obwody wejściowe, by po dołączeniu wejścia CL do masy i podaniu przebiegu na wejście EN, licznik zmieniał stan przy zboczu opadającym. Taką budowę wejścia ma nie tylko kostka 4518 czy bliźniacza 4520, zliczająca do 16. Taki sam obwód wejściowy ma nasz ulubieniec – układ 4017.

Dla zwiększenia uniwersalności wejście CL zazwyczaj jest wyposażone w układ Schmitta, czyli może pracować także z sygnałami o bardzo łagodnych zboczach. Jeśli chodzi o wejście EN, to katalogi zawierają mętne informacje: z niektórych źródeł wynikałoby, że także na wejściu EN umieszczono układ Schmitta, ale inne źródła o tym nie wspominają. Lepiej przyjąć, że tylko wejście CL wyposażone jest w układ Schmitta. Dlatego pierwszy licznik mo-



Rys. 119

że i w miarę możliwości powinien zliczać impulsy przez wejście CL, natomiast następne siłą rzeczy muszą wykorzystywać końcówkę EN jako wejście, jak to pokazano na **rysunku 119**.

Rysunek 119 pokazuje synchroniczne liczniki 4518 połączone są w najprostszy sposób – kaskadowo. W ten sposób choć każdy licznik jest synchroniczny, poszczególne liczniki pracują w sposób asynchroniczny, to znaczy zmiany stanów na ich wyjściach nie następują w jednej chwili, tylko kolejno, w odstępie kilkudziesięciu nanosekund. W ogromnej większości zastosowań nie jest to wadą i układ z rysunku 119 jest najczęściej używanym licznikiem dziesiętnym (z kostkami 4518). Identycznie wygląda schemat licznika z licznikami dwójkowymi 4520, ale tych kostek używa się rzadko, wykorzystując zamiast nich dwójkowe liczniki asynchroniczne, takie jak 4060, 4040 czy 4020.

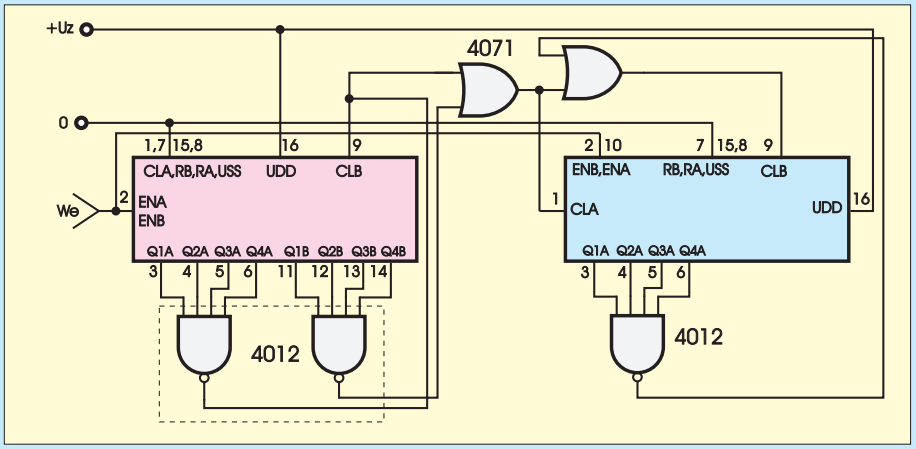
Synchroniczne liczniki 4520 (i 4518) można też łączyć, by cały zespół pracował synchroniczne. Jeśli byłoby to absolutnie konieczne, można wykorzystać układ z **rysunku 120**.

W tym i poprzednim odcinku oprócz informacji o działaniu liczników, próbowałem cię oswoić z różnymi sposobami oznaczania wejść, wyjść i rysowania schematów. Zwróć uwagę, że rysunek 120 też jest przykładem odmiennego (szczerze mówiąc, trochę niejasnego) narysowania schematu licznika. Porównaj też wcześniejsze rysunki, byś w przyszłości nie zgubił się w rozmaitości oznaczeń i sposobów rysowania.

Tyle podstawowych informacji o licznikach. W następnym miesiącu bliżej zapoznasz się z następnymi popularnymi licznikami dwójkowymi i licznikami BCD.

Piotr Górecki

Rys. 120



część 7

Tranzystory dla początkujących

Parametry termiczne

W poprzednim odcinku dowiedziałeś się, że tranzystor zawsze musi pracować w bezpiecznym obszarze. Znakomicie poradziłeś sobie z ćwiczeniami i wydaje ci się, że już dokładnie poznałeś problem mocy strat. Teraz już wiesz, że warunki pracy tranzystora są ograniczone czterema czynnikami:

– dopuszczalnym napięciem kolektor-emiter
– dopuszczalnym prądem kolektora
– zjawiskiem drugiego przebicia
– maksymalną mocą strat

Dwa pierwsze rozumiesz doskonale: zbyt wysokie napięcie po prostu doprowadzi do przebicia i nieodwracalnego uszkodzenia złącza, a za duży prąd kolektora stopi cieniutkie doprowadzenia. Problemu drugiego przebicia nie musisz zgłębiać – jest ono uwzględnione w katalogu na rysunku pokazującym bezpieczny obszar pracy. Wystarczy, by twój tranzystor nie pracował w obszarze drugiego przebicia, czyli przy napięciach bliskich U_{CE0} i znacznych prądach.

Poznałeś też kolejny ważny parametr – moc strat. Umiesz obliczyć maksymalną moc strat tranzystora dla danego napięcia zasilającego i rezystancji obciążenia. Potrafisz dobrać obciążenie, by przy danym napięciu zasilającym nie przekroczyć dopuszczalnej mocy strat.

I tu muszę cię trochę rozczarować: dotychczasowa wiedza od biedy wystarczy jedynie do zrozumienia i wykorzystania tranzystorów małej mocy. W przypadku tranzystorów większej mocy nie wystarczą przeprowadzić proste obliczenia, jak to robiliśmy w poprzednim odcinku, polegające na sprawdzeniu, czy moc strat w danym układzie nie przekroczy odczytanej z katalogu dopuszczalnej mocy strat Ptot! Kluczowe znaczenie ma tu bowiem temperatura złącza, czyli krzemowej struktury tranzystora.

Dziś zajmiemy się tą sprawą bliżej.

Wydzielające się w tranzystorze ciepło trzeba odprowadzić i rozproszyć do otoczenia. Jak myślisz, od czego zależy szybkość przepływu ciepła między złączem tranzystora a otoczeniem?

To ważne pytanie!

...

Szybkość przepływu ciepła na pewno zależy od różnicy temperatur, ale też od izolacji cieplnej. Jeśli elektryczny piecyk starannie owiniesz materiałem termoizolacyjnym, na przykład kocem, ciepło będzie przepływać wolniej, natomiast temperatura piecyka będzie szybko rosnąć i koc po kilku minutach się zapali.

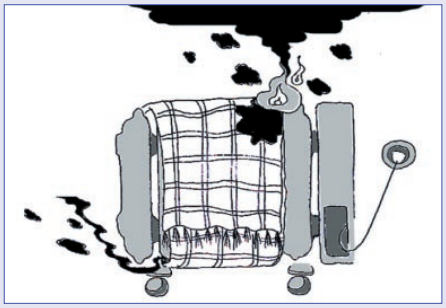
W elektronice jest podobnie. Gdy w złączu tranzystora zaczyna się wydzielać moc cieplna równa $P=U_{CE}\times I_C$, to temperatura tego złącza rośnie. Ze wzrostem różnicy temperatur złącze-otoczenie wzrasta też ilość ciepła przepływająca do otoczenia. Czy temperatura złącza będzie rosła w nieskończoność? Ależ skąd! W pewnym momencie wytwarza się równowaga: różnica temperatur wzrosła na tyle, że cała ilość wytwarzanego ciepła przepływa do otoczenia. Dzięki temu temperatura już nie wzrasta. Zapamiętaj to – w normalnych warunkach pracy w tranzystorze wytwarza się stan równowagi cieplnej – temperatura wzrasta na tyle, by całe ciepło wydzielane w złączu było na bieżąco odprowadzane do otoczenia. **Jeśli nie zadbasz, by to ciepło skutecznie odprowadzić do otoczenia, doprowadzisz do nadmiernego wzrostu temperatury złącza i nieodwracalnie zniszczysz tranzystor.**

Niestety, muszę ci to szczegółowo wyjaśnić, ponieważ i tu funkcjonują błędne wyobrażenia. Okazuje się, że w ogromnej większości przypadków tranzystor mocy nie może pracować z katalogową mocą strat Ptot! Trzeba bowiem uwzględnić dodatkowe czynniki.

Maksymalna temperatura złącza

Zapamiętaj raz na zawsze: **wysoka temperatura jest śmiertelnym wrogiem półprzewodników**.

Początkujący wyobrażają sobie, że istnieje jakaś ściśle określona granica, po przekroczeniu której element półprze-



wodnikowy ulega uszkodzeniu, na podobieństwo cyny, która topi się w pewnej, dokładnie określonej temperaturze. Jest to wyobrażenie całkowicie błędne. Co prawda w katalogach półprzewodników podawana jest **maksymalna temperatura złącza**, oznaczana **Tjmax** (T_{jmax}), zwykle +150°C, ale wcale to nie znaczy, że na przykład w temperaturze +200°C element stopi się, lub natychmiast ulegnie uszkodzeniu. Temperatura topnienia krzemu jest znacznie wyższa. Znam „eksperymentatorów", którzy na pracujących tranzystorach mocy (typu 2N3055) topili cynę – temperatura obudowy przekraczała więc +200°C, temperatura złącza była na pewno znacznie wyższa, i... tranzystory nie uległy uszkodzeniu.

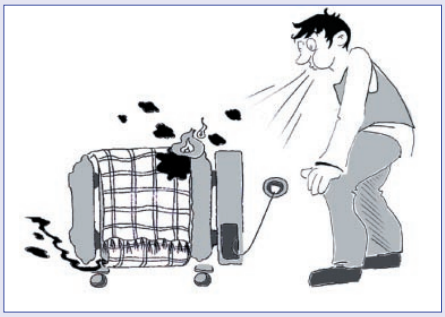
To skąd te katalogowe +150°C?

To proste. W tej temperaturze ryzyko uszkodzenia jest jeszcze stosunkowo małe. Element pracujący w tej temperaturze powinien (biorąc statystycznie) powinien bezawaryjnie pracować, powiedzmy przez 10000 godzin (to jest ponad rok ciągłej pracy). W grę wchodzi tu statystyka i rachunek prawdopodobieństwa, więc nie będę ci tłumaczył szczegółowo kwestii awaryjności i przewidywanych okresów pracy bezawaryjnej. Na pewno kiedyś spotkasz się ze skrótami MTTF, MTBF – właśnie one dotyczą kwestii pracy bezawaryjnej i ryzyka uszkodzeń urządzeń i podzespołów.

A więc te +150°C to nie jakaś ściśle określona nieprzekraczalna granica. Po podgrzaniu złącza do +200°C tranzystor nadal będzie pracował. Zresztą w katalogach spotkasz elementy (diody i niektóre tranzystory), dla których określono dopuszczalną temperaturę złącza równa +175°C lub nawet +200°C.

Zapamiętaj podstawową zależność – ze wzrostem temperatury szybko rośnie ryzyko czyli prawdopodobieństwo uszkodzenia. W podawanej w katalogu maksymalnej temperaturze złącza T_{jmax} ryzyko uszkodzenia jest jeszcze stosunkowo małe. Ale ze wzrostem temperatury prawdopodobieństwo uszkodzenia rośnie wykładniczo, czyli bardzo gwałtownie. To oznacza, że powinieneś dołożyć wszelkich starań, by nie przekroczyć katalogowej maksymalnej temperatury złącza.

Patrząc na to z drugiej strony, masz następny ważny wniosek praktyczny – jeśli temperatura złącza pracującego tranzystora będzie znacznie niższa, niż te umowne +150°C, na przykład będzie wynosić +30°C czy +50°C, prawdopodobieństwo uszkodzenia będzie bardzo, bardzo małe – śmiało można uważać, że w takich warunkach pracy tranzystor będzie wieczny. Tym zdaniem chciałbym rozproszyć



niepotrzebne obawy. Najprościej mówiąc, jeśli nie zostaną przekroczone: maksymalne napięcie kolektora, maksymalne prądy bazy i kolektora, oraz jeśli temperatura złącza będzie niższa od +150°C, nie trzeba się martwić o trwałość tranzystora. A jeśli temperatura jest zbliżona do temperatury pokojowej, można śmiało uważać, iż tranzystor jest wieczny.

To budująca wiadomość, prawda? Tak, ale z praktyki wiem, że najczęstszą przyczyną uszkodzeń tranzystorów w układach amatorskich jest właśnie ich przegrzewanie wskutek nieznajomości podstawowych zasad. Właśnie dlatego problemowi temu poświęciłem aż trzy odcinki cyklu o tranzystorach.

Moc strat a temperatura

Żeby nie zgubić głównego wątku naszych rozważań muszę ci na zawsze wbić do głowy zależność, jak podana w katalogu maksymalna moc strat wiąże się z dopuszczalną temperaturą złącza (+150°C). Musimy teraz znaleźć jakieś wzory i zależności, żeby opisać zachodzące zjawiska.

Czy potrafiłbyś obliczyć, do ilu stopni wzrośnie temperatura złącza podczas pracy tranzystora?

To na pewno zależy nie tylko od mocy traconej (czym większa moc strat, tym wyższa będzie temperatura złącza), ale także od izolacji cieplnej między złączem a otoczeniem – czym skuteczniejsza izolacja termiczna, tym większa musi być temperatura, by „przepchnąć" przez tę izolację do otoczenia całą ilość ciepła wytworzoną w złączu tranzystora.

W fizyce często używa się pojęcia przewodności cieplnej (danego materiału). My w elektronice nie wdajemy się w szczegóły i używamy pojęcia **rezystancji cieplnej (termicznej)** oznaczanej **Rth** (lub R_{TH}), która dotyczy nie ogólnie materiału, ale konkretnego elementu.

Początkujących może to przestraszyć, ale naprawdę nie ma tu nic trudnego. Rezystancja jak rezystancja – stawia opór, utrudnia przepływ (ciepła). Jest to parametr charakteryzujący jakiś konkretny obiekt pod względem przewodzenia ciepła – nie wchodząc w szczegóły przyjmijmy, że jest to właśnie rezystancja termiczna Rth. Na przykład kawałek aluminium czy miedzi ma małą rezystancję termiczną (bo te metale bardzo dobrze przewodzą ciepło), natomiast kawałek drewna, warstewka powietrza czy kawałek tworzywa sztucznego mają dużą rezystancję cieplną. Rzecz jasna, w przypadku tranzystorów zależy nam na tym, by rezystancja cieplna była jak najmniejsza, czyli by całe wydzielone ciepło bez szybko i sprawnie odprowadzić do otoczenia.

Sprawa obliczeń podstawowych zależności cieplnych jest naprawdę dziecinnie łatwa, bo występuje tu łatwa do zrozumienia analogia z obwodem elektrycznym. W obwodzie elektrycznym prąd zależy od napięcia (czym większe napięcie tym większy prąd) i od oporności (czym większy opór, tym mniejszy prąd). Matematycznie wyraża to oczywiście prawo Ohma. Dokładnie tak samo jest w obwodzie cieplnym. Możemy mówić o prawie Ohma dla obwodu cieplnego.

Czy domyślasz się, co jest „napięciem cieplnym", co „prądem cieplnym", a co „oporem cieplnym"?

Pomyśl samodzielnie.

...

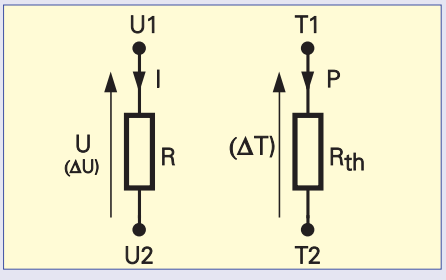
Tak jest!

„Napięciem cieplnym" jest różnica temperatur ΔT, „prądem cieplnym" jest przenoszona czy przepływająca moc cieplna P, natomiast „opór cieplny" to wprowadzona przed chwilą rezystancja termiczna Rth.

Jeśli to jest odmiana prawa Ohma, to zapiszmy analogiczne wzory:

$$P = \frac{\Delta T}{Rth} \qquad I = \frac{U}{R}$$

rys. 55. Prawo Ohma



W praktyce częściej używamy przekształconych wzorów:

$$Rth = \frac{\Delta T}{P} \qquad R = \frac{U}{I}$$

$$\Delta T = P \times Rth \qquad U = I \times R$$

Nie masz chyba wątpliwości, że ta rezystancja cieplna to rezystancja między złączem (ang. *junction* czytaj dżankszn) a otoczeniem, atmosferą (ang. *ambient*, *ambience*). Oznacza się ją Rthja (junction – ambience).

Rezystancja cieplna wyrażana jest w stopniach Celsjusza (lub kelwinach) na wat – °C/W lub K/W. Sens jest prosty: rezystancja cieplna pokazuje, jaka będzie różnica temperatur z obu stron danego elementu, przy przepływie przezeń 1W mocy cieplnej. Jeśli powiedzmy przez rezystancję termiczną tranzystora (między złączem a otoczeniem) przepływa 5W mocy cieplnej, a rezystancja termiczna wynosi 20°C/W, to różnica temperatur wyniesie 100°C. Czyli złącze będzie cieplejsze od otoczenia o 100°C.

Wartość Rthja tranzystora jest obliczona przez producenta i można ją znaleźć w katalogu.

I nie bój się tych kelwinów na wat, to nic trudnego: 1°C/W = 1K/W. Przecież skala Kelvina to „przesunięta w dół skala Celsjusza" – zaczynająca się od zera absolutnego (0K=-273°C, 0°C=273K, +27°C=300K, +100°C=373K, +150°C=423K).

I nigdy nie zapomnij, iż w podanych wzorach mamy **różnicę** temperatur złącza i otoczenia!

A po co nam ta rezystancja termiczna i wzory? Właśnie te wzory pozwolą ci zapanować nad problemem mocy strat i temperatury złącza także w tranzystorach dużej mocy oraz w różnorodnych układach scalonych. Obliczymy na przykład, czy w danym układzie pracy tranzystora nie zostanie przekroczona dopuszczalna temperatura złącza.

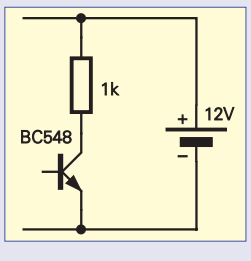
Proszę bardzo:

Przykład 1

Tranzystor BC548 (U_{CE0}=25V, I_C=100mA, Ptot=500mW, Rthja=250K/W) pracuje przy napięciu 12V z rezystorem obciążenia (**rysunek 55**) R_L=1kΩ. Maksymalna temperatura otoczenia wynosi +40°C.

Jaka będzie maksymalna temperatura złącza tranzystora w najgorszych warunkach, czyli przy napięciu na kolektorze równym połowie napięcia zasilania?

rys. 56



W poprzednim odcinku poznałeś wzór na moc wydzieloną w najgorszych warunkach:

Podstawiamy:

$$P_{max} = \frac{(12V)^2}{4 \times 1000\Omega} = \frac{144}{4000} = 0.036W = 36mW$$

$$\Delta T = 0.036W \times 250\frac{K}{W} = 9K = 9^oC$$

$$Tj = 40^oC + 9^oC = 49^oC$$

Nawet przy napięciu zasilania równym 24V, maksymalna moc strat nie będzie większa niż 150mW, a przyrost temperatury wyniesie co najwyżej 36°C.

Wnioski? Jeśli w twoim układzie tranzystory małej mocy mające rezystancję termiczną nie większą niż 500K/W, pracują z mocami nie większymi niż 100mW (0,1W), nie musisz się obawiać ich przegrzania. Przykładowo, jeśli napięcie zasilające wynosi 12V, to w najgorszym przypadku moc 100mW wydzieli się w tranzystorze obciążonym rezystorem

$$R_L = \frac{(Uzas)^2}{4P_{tot}}:$$

$$R_L = \frac{12^2}{4} \times 0{,}1W = \frac{144}{0{,}4} = 360\Omega$$

W praktyce zwykle rezystory obciążenia (w obwodzie kolektora) mają rezystancję powyżej 1kΩ i wtedy przy napięciach zasilania do 24V wcale nie trzeba sobie zawracać głowy mocą strat i temperaturą złącza.

Przykład 2

Mamy układ z tranzystorem BC107 (Ptot=300mW) i obliczyliśmy, że w najgorszym przypadku w tranzystorze będzie się wydzielać 200mW (0,2W) mocy strat. W pierwszym przypadku tranzystor pracuje w dobrze wentylowanej obudowie, gdzie temperatura wynosi +30°C, w drugim przypadku temperatura wewnątrz małej, zamkniętej obudowy może sięgnąć +60°C. Wartość Rthja tranzystora BC107 wynosi 500K/W. Obliczamy:

$$\Delta T = 0.2W \times 500\frac{K}{W} = 100^oC$$

W pierwszym przypadku temperatura złącza wyniesie:

Tj=+30°C+100°C=+130°C

W drugim Tj=+160°C

No i co? Znów jesteś zaskoczony?

To jest pułapka w która wpadają początkujący – jeśli nie jest przekroczona katalogowa moc strat Ptot, nie obliczają temperatury złącza sądząc, że na pewno wszystko jest w porządku. Okazało się jednak, że w tranzystorze małej mocy przy zbyt dużej temperaturze otoczenia nie powinno się pracować przy katalogowej mocy strat tranzystora. Ale nie wpadaj w panikę. Jak ci mówiłem, gdy temperatura złącza jest wyższa o 10 czy 20°C od katalogowych +150°C, rośnie wprawdzie ryzyko uszkodzenia, ale nie grozi to od razu uszkodzeniem tranzystora. To nie znaczy, że zachęcam cię do przekraczania dopuszczalnej temperatury złącza – wprost przeciwnie – namawiam cię, byś tak projektował swoje układy, by temperatury złącz były znacznie niższe niż katalogowe +150°C.

Ale idźmy dalej.

Przykład 3

Obliczamy temperaturę złącza tranzystora polowego MOSFET typu BUZ74A, który według katalogu ma Ptot=40W W i Rthja=75K/W (=75°C/W). Temperatura otoczenia wynosi powiedzmy +20°C. Nie chcemy przeciążyć tranzystora, więc tak dobierzemy rezystancję obciążenia (w obwodzie drenu) tranzystora, by maksymalna moc strat tranzystora wynosiła tylko 5W. Będziemy pracować przy mocy 8-krotnie mniejszej, niż dopuszczalna moc Ptot.

Niczego nie podejrzewając obliczamy temperaturę złącza ze wzoru $\Delta T = P \times R_{TH}$

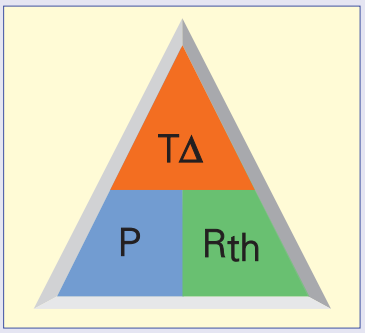
$$\Delta T = 5W \times 75^o\frac{C}{W} = 375^o$$

Uwzględniając temperaturę otoczenia równą +20°C, temperatura złącza wyniosłaby +395°C.

Ciut za dużo, prawda?

Gdzie tkwi błąd? Przecież zastosowaliśmy tranzystor dużej mocy! A może obliczenia dotyczą tylko „zwykłych tranzystorów, a nie jakichś tam MOSFETów? Nie! Podane zasady dotyczą nie tylko wszelkich tranzystorów, ale również układów scalonych, dla których też podaje się rezystancję termiczną Rth.

rys. 57.



W powyższych obliczeniach błędu nie ma! To my zrobiliśmy karygodny błąd, nie stosując radiatora i podstawiając bezmyślnie do wzoru katalogową rezystancję Rthja (która dotyczy sytuacji bez radiatora).

Zauważ, że w przypadku tranzystorów małej mocy (moc strat do 1W) w katalogu podana jest najczęściej jedynie całkowita rezystancja termiczna między złączem a otoczeniem, oznaczona Rthja.

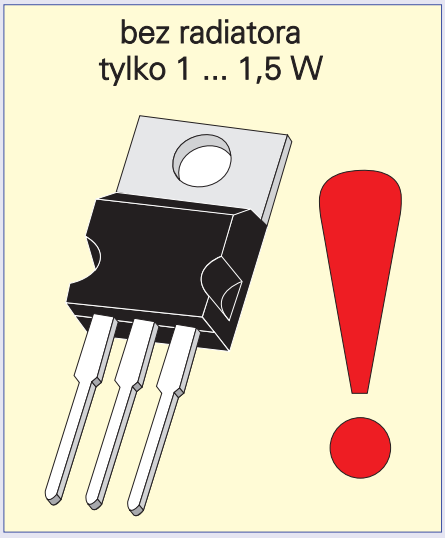
c.d. na str. 27

Natomiast w przypadku tranzystorów mocy, w katalogu podana jest zarówno rezystancja Rthja, dotycząca sytuacji bez radiatora, jak i druga, o znacznie mniejszej wartości – Rthjc. Ta druga to rezystancja termiczna między złączem (*junction*) i obudową (*case*), stąd literki jc. Dla wspomnianego tranzystora BUZ74A wynosi ona tylko 3,1K/W.

Przyznam ci się, że przed wielu laty jako początkujący elektronik-amator nie miałem zielonego pojęcia o powyższych zależnościach i „załatwiłem" w taki sposób dwa nowiusieńkie i bardzo na owe czasy drogie tranzystory mocy z serii BUYP. Może i ty masz coś takiego na sumieniu?

Od tej chwili nie popełniaj już takich błędów, choć dziś tranzystory są nieporównanie tańsze, niż dwadzieścia pięć lat temu.

Uważaj teraz! Rezystancja termiczna Rthja (bez radiatora) wszystkich tranzystorów i innych elementów w popularnej obudowie TO-220 wynosi mniej więcej 60...80K/W. Poszczególne tranzystory w takiej obudowie mają różne wartości rezystancji Rthjc (w zakresie 0,9...4K/W), ale podawane wartości Rthja są zbliżone.



rys. 58.

Dlaczego? Rezystancja Rthja dla danej obudowy wynika z jej wymiarów, a nie z właściwości krzemowej struktury tranzystora.

Oblicz więc, jaka moc może wydzielić się w tranzystorach w obudowie TO-220 bez radiatora (P=ΔT/Rth).

Przyjmij rezystancję Rthja równą 70K/W, oraz temperaturę otoczenia +45°C (np. we wnętrzu obudowy przyrządu).

$$P = \frac{+150^{o}C - 45^{o}C}{70^{o}\frac{C}{W}} = \frac{105}{70W} = 1{,}5W$$

Dobrze zapamiętaj tę wartość! Nigdy nie zapomnij, że najlepszy tranzystor mocy w obudowie TO-220 bez radiatora nie może pracować przy mocy strat większej niż 1,5W.

Teraz już jesteś przekonany, że o maksymalnej mocy strat tranzystora dużej mocy będzie decydował radiator. I tu dopiero zaczynają się strome schody. Tymi stromymi schodami przespacerujemy się wspólnie za miesiąc.

Piotr Górecki

Systemy pomiarowe – sprzęt

CZĘŚĆ 1

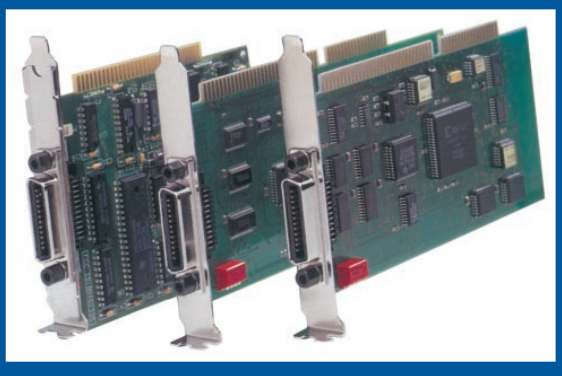
W poprzednich odcinkach z cyklu Miernictwo (EdW 6/97 i 8/97) omówiono oscyloskopy cyfrowe. Przedstawiona tam idea (zamiany przebiegu analogowego na postać cyfrową) nasuwa pytanie, czy do wszelkiego rodzaju pomiarów można w jeszcze szerszym zakresie wykorzystać technikę cyfrową oraz komputery. Obecnie coraz częściej przy pomiarach wykorzystuje się komputery. Jest to trend wyraźnie nasilający się z upływem czasu.

Jeśli w nowoczesnym oscyloskopie badany przebieg jest zapamiętany w pamięci półprzewodnikowej, to nic nie stoi na przeszkodzie, by te informacje przesłać do komputera, na przykład do dalszej analizy, porównania, obróbki czy choćby dla dokonania wydruku na drukarce. Prawie wszystkie oscyloskopy cyfrowe mają taką możliwość.

Przepływ informacji następuje też w drugą stronę. Przy współczesnych możliwościach technicznych przełączanie funkcji i rodzaju pracy przyrządu wcale nie musi następować za pomocą przełączników mechanicznych i potencjometrów umieszczonych na płycie czołowej. Można do tego wykorzystać nowoczesne elementy elektroniczne, i obok zwiększenia niezawodności uzyskać możliwość zdalnego sterowania wszystkimi nastawami przyrządu. Przy takiej konstrukcji wszystkie nastawy (np. oscyloskopu cyfrowego) można zmieniać za pomocą komputera.

Nowoczesny przyrząd ma możliwość dwukierunkowej komunikacji do i z komputera. W takiej sytuacji nasuwa się pytanie o sens stosowania płyty czołowej z regulatorami i wyświetlacza. Łatwo sobie wyobrazić przyrząd pomiarowy (na przykład oscyloskop, multimetr czy miernik częstotliwości), który nie ma żadnego wyświetlacza ani płyty czołowej z pokrętłami, ma tylko gniazda wejściowe. Wyniki wyświetlane są na ekranie komputera. Tak samo wybór funkcji i nastaw odbywa się na ekranie komputera, choćby za pomocą myszki. Nie ulega wątpliwości, że „odchudzenie" przyrządów pomiarowych przez usunięcie wyświetlacza i regulatorów na płycie czołowej pozwala budować większe systemy pomiarowe mniejszym kosztem. Prowadzi to do modułowej budowy systemu pomiarowego.

Fot. 1



Modułowe systemy pomiarowe znane są od wielu lat. Swego czasu popularny był system CAMAC, opracowany pierwotnie dla urządzeń techniki jądrowej (zdefiniowany normami w 1966). Dziś CAMAC jest zdecydowanym przeżytkiem.

GPIB

Nie stał się przeżytkiem opracowany w roku 1965 przez firmę Hewlett-Packard system interfejsu dla przyrządów pomiarowych, zwany pierwotnie HP-IB (Hewlett-Packard Interface Bus). Interfejs ten wykorzystywał kilkanaście linii (żył kabla) i pozwalał przesyłać informacje między przyrządami pomiarowymi i kontrolerem (komputerem) z dość dużą szybkością do 1MB/s na odległość do 20m. Interfejs ten nie był przeznaczony dla jakichś specjalnych modułowych przyrządów, tylko dla klasycznych przyrządów wyposażonych w wyświetlacze i regulatory na płytach czołowych. Taki interfejs ogromnie rozszerzał możliwości tych przyrządów (generatorów, mierników poziomu, oscyloskopów czy analizatorów), pozwalając na przykład zestawić sterowany komputerem system, automatycznie testujący urządzenia wytwarzane na taśmie produkcyjnej. Program komputerowy sterował zasilaczami i generatorami, a potem zbierał, przetwarzał i wyświetlał informacje odbierane z oscyloskopów, mierników napięcia, prądu i częstotliwości, itp. Główne informacje w sprzęgu GPIB przesyłane są równolegle przez ośmiobitową szynę danych w postaci kodów ASCII. Dodatkowe informacje synchronizujące przekazywane są w innych liniach o ściśle określonym przeznaczeniu.

Interfejs opracowany pierwotnie przez firmę Hewlett-Packard dla własnych przyrządów, po pewnym czasie (1975) został zaakceptowany jako światowy standard IEEE-488. W naszym kraju interfejs ten nazywano IEC-625, a dziś w literaturze często spotyka się skrót GPIB (General Purpose Interface Bus). Z czasem standard ten ewoluował i dziś przyrządy pomiarowe wyposażane są w interfejs zgodny z zaleceniem IEEE488.2, umożliwiający jeszcze szybsze przesyłanie danych.

Obecnie zdecydowana większość „klasycznych" przyrządów pomiarowych wyposażona jest w interfejs GPIB.

Tym samym przyrządy te mogą współpracować z komputerem. Interfejs GPIB nie może być podłączony do szeregowego lub równoległego portu komputera. Komputer musi być wyposażony w kartę rozszerzenia z układem pośredniczącym i gniazdem wyjściowym GPIB. Dopiero obecność takiej karty oraz odpowiedniego programu umożli-

wia współpracę nie tylko z jednym, ale z wieloma przyrządami pomiarowymi, połączonymi równolegle do jednej szyny GPIB. **Fotografia 1** pokazuje karty pośredniczące między komputerem a szyną GPIB, karty produkcji firmy Hewlett-Packard dla komputerów PC z magistralą ISA/EISA.

Należy podkreślić, że sama karta pełni tylko role pomocniczą – sprzęga komputer z szyną GPIB i dalej z przyrządem pomiarowym. Rozwiązanie takie, popularne w laboratoriach profesjonalnych, wygodne ze względu na możliwość pracy w systemie urządzeń różnych producentów, jest jednak drogie.

W ostatnich latach notuje się powolny spadek zainteresowania „klasycznymi" urządzeniami pomiarowymi, wzrastającą popularnością cieszą się natomiast urządzenia i systemy „od urodzenia" przewidziane do współpracy w specjalizowanych systemach pomiarowych, nie mające wyświetlacza ani regulatorów na płycie czołowej.

Karty rozszerzenia typu plug-in

Jednym z rozwiązań o rosnącej popularności są specjalizowane karty rozszerzeniowe dla komputerów.

Najprostszym przykładem jest obecna w większości współczesnych komputerów karta muzyczna. Karta taka zawiera przetwornik analogowo-cyfrowy (A/D), jak i cyfrowo-analogowy (D/A). Możliwa jest zamiana przebiegów zmiennych na postać cyfrową, czyli wykorzystanie karty muzycznej w roli oscyloskopu czy miernika napięcia. Karta muzyczna może być także generatorem przebiegów o dowolnym kształcie, może też sterować napięciem zasilacza. Niestety, typowe karty muzyczne nie są projektowane pod kątem zastosowań elektronicznych i ich przydatność dla elektroników, chcących zbudować „oscyloskop na PC-cie" są bardzo ograniczone. Przede wszystkim chodzi o pasmo przenoszenia, sięgające w karcie muzycznej co najwyżej do 20kHz. Do tego dochodzą kłopoty z synchronizacją (wyzwalaniem) i niemożnością zmiany czułości wejściowej.

W literaturze elektronicznej spotyka się czasem artykuły dotyczące wykorzystania karty muzycznej, ale jedynie do analizy sygnałów audio, a nie w roli oscyloskopu.

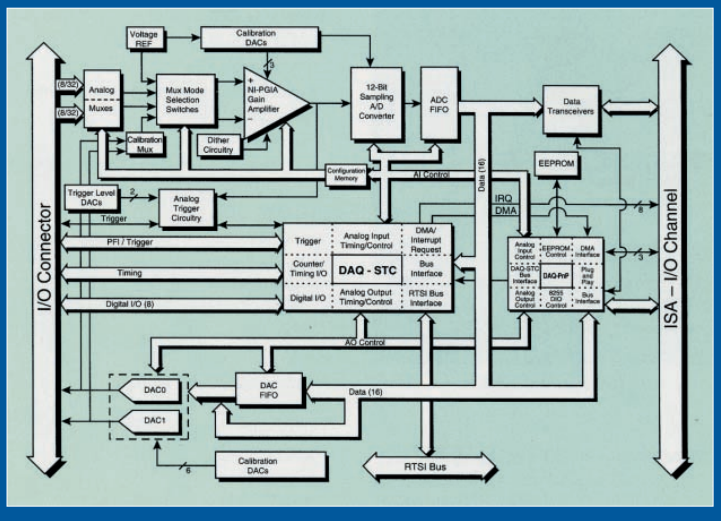
Profesjonaliści od dość dawna używają komputerowych kart rozszerzeniowych do zbierania danych i do sterowania. W zdecydowanej większości przypadków są to karty specjalnie projektowane pod kątem specyficznych potrzeb. Spotyka się karty o różnych możliwościach, o różnej liczbie wejść i wyjść analogowych i cyfrowych. Niektóre karty mogą przetwarzać sygnały analogowe o częstotliwościach ponad 1MHz, ale większość przeznaczona jest do pomiaru przebiegów wolnozmiennych. Często spotyka się karty przeznaczone do współpracy z określonymi źródłami sygnałów, na przykład z typowymi czujnikami temperatury Pt100 czy termoparami. Nierzadko wejścia są odseparowane galwanicznie, co zdecydowanie zmniejsza wpływ zakłóceń związanych z przewodem masy. Dla zmniejszenia zakłóceń, obok wejść niesymetrycznych, wykorzystuje się wejścia symetryczne.

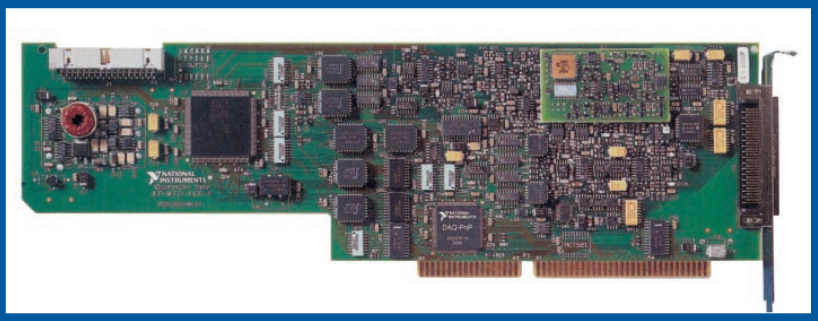
Nie trzeba przekonywać, że umieszczenie na takiej karcie przełączników (tłumików) wejściowych, przetwornika A/D i obwodów synchronizacji pozwoliłoby uzyskać doskonały oscyloskop, a przy tym radykalnie obniżyć koszty. Karta zawierałaby tylko niezbędne obwody do współpracy „ze światem zewnętrznym", a zbieranie, przetwarzanie i pamiętanie informacji wykonywałby komputer.

Perspektywa jest kusząca. Mimo wszystko popularne współczesne karty pomiarowe nie są przystosowane do pracy z sygnałami o dużych częstotliwościach. Rzadko spotyka się karty o częstotliwości próbkowania (podczas przetwarzania analogowo-cyfrowego) powyżej 1MHz. Znając „osiągi" współczesnych cyfrowych oscyloskopów stacjonarnych – pasmo do kilku gigaherców i częstotliwość próbkowania miliardy próbek na sekundę – można się spodziewać, że istnieją karty rozszerzeniowe do komputerów, pełniące rolę oscyloskopu, mające zbliżone parametry. Niestety, tak nie jest. Jedną z przyczyn jest ogromne „zaśmiecenie" wnętrza komputera przebiegami występującymi podczas jego pracy. Należy pamiętać, że w obwodach komputera występują sygnały o częstotliwościach rzędu dziesiątek, a nawey setek megaherców. Powoduje to powstanie silnych zakłóceń elektromagnetycznych. Tymczasem precyzyjne przyrządy pomiarowe muszą być odporne na zakłócenia. Wymaga to między innymi skutecznego ekranowania delikatnych obwodów sygnałowych. Jest to bardzo trudne, czasem wręcz niemożliwe w przypadku realizacji układu pomiarowego w formie typowej karty komputerowej. Występujące trudności są jedną z przyczyn wysokich cen dobrych kart tego typu.

Na **fotografii 2** i **rysunku 1** pokazano wygląd i schemat blokowy karty AT-MIO-16E-1 firmy National Instruments. Karta przeznaczona jest do komputerów PC z magistralą ISA lub EISA (dostępna jest podobna wersja dla szyny PCI), posiada 16 wejść analogowych o maksymalnej częstotliwości próbkowania1,25MS/s, rozdzielczości 12 bitów, programowanym wzmocnieniu (1, 2, 5, 10, 20, 50, 100). Karta posiada też dwa wyjścia analogowe o rozdzielczości 12 bitów, osiem dwukierunkowych wejść/wyjść cyfrowych i dwa liczniki/timery o pojemności 24 bitów pracujące do częstotliwości 20MHz. Jedna taka karta dzięki obecności wielu wejść i wyjść umożliwia budowę sporego systemu

Rys. 1





Fot. 2

pomiarowego. Cena takiej karty jest poza zasięgiem hobbystów (ponad 2500 dolarów). Podobna karta o mniejszej częstotliwości próbkowania wejść analogowych (100kS/s) kosztuje ponad 1000 dolarów.

W czasopismach zachodnich spotyka się liczne ogłoszenia różnych drobnych firm produkujących znacznie tańsze karty i przystawki pełniące rolę oscyloskopu, pracujące z szybkością kilku MS/s (milionów próbek na sekundę) lub jeszcze większą. Najczęściej są to przystawki umieszczane na zewnątrz i sprzęgnięte za pomocą któregoś portu, a nie karty umieszczane na płycie głównej komputera. Póki co, w naszym kraju takie karty i przystawki nie są szerzej znane. Istnieją wprawdzie opisy samodzielnego wykonania takich kart, jednak ich praktyczna przydatność jest co najmniej wątpliwa i mają przede wszystkim znaczenie dydaktyczne. Zaprojektowanie bardzo szybkiej i precyzyjnej karty tego typu jest trudne, bo konstruktor (raczej grupa konstruktorów) musi mieć duże doświadczenie w kilku dziedzinach elektroniki. Trzeba zaprojektować nie tylko układ cyfrowy i stworzyć oprogramowanie, ale też opracować część analogową: zdalnie regulowane tłumiki i wzmacniacze o szerokim paśmie przenoszenia.

Dlatego ewentualne ogłoszenia prasowe o rewelacyjnych parametrach i zaskakująco niskich cenach tego typu przystawek i kart nieznanych producentów należy traktować z dużą ostrożnością.

VXI

W roku 1987 konsorcjum składające się z głównych producentów sprzętu pomiarowego, wprowadziło standard modułowej architektury przyrządów pomiarowych, zwany VXI (czytaj: wieks-aj). Standard ten przeznaczony był pierwotnie dla przenośnej aparatury, zwłaszcza do celów wojskowych, ale z czasem zdobył sobie znaczące miejsce także na rynku przemysłowej aparatury pomiarowej.

Urządzenia standardu VXI to niewielkie moduły, umieszczone we wspólnej obudowie (mainframe). Standard VXI bazuje na innym popularnym standardzie urządzeń przemysłowych, zwanym VMEbus.

Fotografia 3 pokazuje niewielką obudowę i kilka modułów standardu VXI firmy National Instruments. Jednym z modułów może być autonomiczny sterownik, będący w istocie komputerem. **Fotografia 4** przedstawia taki komputer o oznaczeniu VXIpc-850, wyposażony w procesor Pentium 166MHz, 16M DRAM, kartę graficzną Trident z 2MB RAM, twardy dysk, napęd dyskietek, itd...

Komputer taki, umieszczony we wspólnej obudowie z innymi modułami, współpracuje bezpośrednio z monitorem, klawiaturą i myszką. Gdy takiego komputera nie ma w obudowie, moduły VXI mogą współpracować ze zwykłym komputerem typu PC, Mac, HP czy innym. Wtedy trzeba zainstalować w komputerze kartę pośredniczącą między tym komputerem a urządzeniami standardu VXI.

Fot. 4

Fot. 3

Urządzenia standardu VXI są czymś pośrednim między klasycznymi przyrządami pomiarowymi, a kartami rozszerzeniowymi komputerów. Łączą w sobie zalety jednych i drugich. Przy porównywalnych możliwościach są tańsze od klasycznych przyrządów wyposażonych w wyświetlacz i regulatory na płycie czołowej. Osiągają też lepsze parametry, niż komputerowe karty rozszerzeń.

W następnym odcinku omówiona zostanie bardzo ważna i interesująca kwestia oprogramowania.

(red)

Mikrokontrolery? To takie proste...

Część 15
Procesor 8051/2 – obsługa i praca z wewnętrzną pamięcią programu

W dzisiejszym odcinku traktującym o mikrokontrolerach 8051/52 zapoznamy się z możliwościami i sposobami obsługi i programowania tych wersji kostek które posiadają wewnętrzną pamięć programu typu EPROM. Ze względu na to, że w ostatnich latach, cena układów w takich wersjach bardzo spadła, nawet kilkanaście razy, oraz pojawiło się wiele mutacji procesorów C51/52 z pamięcią reprogramowalną typu „Flash" EEPROM, stały się one dostępne dla większości hobbystów – amatorów techniki mikroprocesorowej. Jeżeli nawet nie zamierzasz wkrótce korzystać z dobrodziejstw procesora w wersji z wewnętrzną, reprogramowalną pamięcią programu, to przedstawiona w artykule garść informacji z pewnością, przyczyni się do większego oswojenia się z popularną '51-ką.

Pamiętam jeszcze czasy, a było to prawie dekadę temu, kiedy to cena procesora 87C51 była tak duża, że aby go zdobyć, musiałem sporo odkładać ze studenckiego stypendium. Kiedy wreszcie udało mi się kupić wymarzoną kostkę, środków ostrożności nie było nigdy za wiele. A to nosiło się układ w folii aluminiowej, a przed wyjęciem wyrównywało się swój – ludzki potencjał dotykając kaloryfera lub rury wodociągowej, a to sprawdzało się zmontowaną płytkę drukowaną przed włożeniem drogocennego układu kilka razy. Wszystko po to aby przypadkiem nie uszkodzić delikatnej struktury mikroprocesora. Dla przykładu podam, że wówczas przy cenie procesora 87C51 równej około 500 tys. złotych (50,- nowych złotych), wersja bez pamięci EPROM lub wersje z pamięcią stałą ROM, kosztowały około 20...30 tys. (2...3 nowe złote), czyli około 20 razy mniej. Nie wspominam tutaj o procesora takich jak np. 87C52 z wewnętrzną pamięcią EEPROM, których zdobycie było nie lada trudnością, a jeżeli już były to trzeba było za nie zapłacić ponad milion starych złotych, czyli prawie 1/3 ówczesnej przeciętnej pensji!

Tabela 1

Symbol handlowy	Opis
80C51	wersja z wewnętrzną pamięcią programu typu ROM, której zawartość jest nieznana z naszego punktu widzenia, toteż układ możemy wykorzystać do pracy tylko z dołączoną zewnętrzną pamięcią np. EPROM do której zapiszemy nasz program (wtedy pamięć ROM jest wyłączona – nieaktywna).
80C31	wersja procesora bez wewnętrznej pamięci programu. Mikrokontroler w tej wersji może pracować tylko z dołączoną zewnętrzną pamięcią jak dla 80C51.
87C51	wersja z wbudowaną pamięcią EPROM – 4kB. Obudowa mikroprocesora posiada okienko kwarcowe, dzięki któremu możliwe jest kasowanie zawartości tej pamięci, co umożliwia wielokrotne programowanie całego układu.
89C51	wersja procesora z kasowaną elektrycznie pamięcią EEPROM – 4kB. Ponieważ w tej wersji cała pamięć programu EEPROM może być kasowana bardzo szybko – za pomocą tylko 1 impulsu, procesory w tej wersji nazywa się typu „Flash".
80C52	jest to procesor identyczny z 8051 tyle, że posiada dodatkowy 3-ci programowalny licznik/timer (nazywany jako „T2"). Reszta jek dla 80C51 – patrz wyżej.
80C32	jak dla 80C31 z uwzględnieniem „T2".
87C52	jak dla 87C51 z uwzględnieniem „T2", wewn. pamięć programu ma 8kB.
89C52	jak dla 89C51 z uwzględnieniem „T2", wewn. pamięć programu ma 8kB.

Teraz, kiedy na rynku aż roi się od mikroprocesorów w różnych wersjach, ceny układów znacznie spadły. Obecnie za kwotę 15 zł można kupić popularną '51-kę z pamięcią EEPROM „Flash", a kostki tzw. „ROM less", czyli bez wewnętrznej pamięci programu lub z fabrycznym ROMem, spotka się za kilka złotych. I właśnie ze względu na to, że różnica pomiędzy cenami układów jest taka mała, warto zainteresować się takim właśnie wersjami tych jakże popularnych kostek.

W jednym z pierwszych odcinków szkoły mikroprocesorowej, opisywałem kilka najpopularniejszych obecnie wersji procesorów oraz ich przybliżone ceny. Ponieważ było to ponad rok temu, obecne ceny tych układów są jeszcze niższe. Dla przypomnienia zamieszczam informacje dotyczące najpopularniejszych obecnie mikrokontrolerów serii MCS-51 (patrz **tabela 1**).

Zanim przejdę do omówienia sposobów programowania i weryfikacji pamięci wewnętrznej programu mikrokontrolerów '51, powinienem Ci uzmysłowić drogi Czytelniku, że do wykonania tej operacji będzie potrzebny, oprócz dobrej woli, także „programator", w dodatku nie byle jaki, bo potrafiący programować procesory rodziny MCS-51.

Na rodzimym rynku można znaleźć sporo urządzeń tego typu, kosztujących od kilkuset złotych do kilkudziesięciu! Nie oznacza to że aby zaprogramować procesor trzeba wybrać urządzenie najdroższe, chodzi o to aby znaleźć te tańsze, potrafiące jednak bez żadnych przystawek, fachowo nazywanych adapterami, programować chociaż podstawowe procesowy z rodziny MCS-51, a więc: 87C51, 87C52, 98C51, 98C52. Na szczęście większość amatorskich programatorów oferowanych przez drobnych rodzimych wytwórców, spełnia te wymagania, a ich cena nie zwala z nóg przeciętnego „zjadacza chleba" który interesuje się techniką mikroprocesorową i chce dokształcić się w tej jakże interesującej dziedzinie wiedzy.

Niestety chęć ujarzmienia kostek z wewnętrzna pamięcią programu, oprócz posiadania programatora, wymaga także posiadania komputera PC. Tak więc „ręczniakom" należą się w tym miejscu przeprosiny, lecz musicie zdawać sobie sprawę drodzy koledzy, że aby posiąść stosowną wiedzę, każdy z nas jest zdolny do wielu wyrzeczeń. Tak też było w moim przypadku, aczkolwiek jeszcze kilka ładnych lat temu, kiedy królowały komputery PC typu XT oraz AT, kupno jednego z nich było nie lada wysiłkiem dla całej mojej rodziny. W chwili obecnej komputer PC wystarczający do obsługi programatora procesorów nawet w najmniejszej konfiguracji powinien mieć procesor co najmniej 80286, 1MB pamięci RAM, oraz jakikolwiek twardy dysk z wolnymi ok. 2,5MB przestrzeni. Takiej konfiguracji praktycznie nie spotka my już na rynku, z pomocą przyjść musza więc giełdy, gdzie proponowany zestaw w nieco lepszej (z procesorem 80386) konfiguracji można nabyć na 200..300 zł. Do tego należy dokupić jeszcze używany monitor mono za około 50 zł i można zabrać się do programowania. Ważne jest aby przy takiej konfiguracji komputera program obsługi wybranego przez Ciebie programatora potrafił pracować w trybie tekstowym, bowiem zainstalowanie systemu Windows tylko dla celów programowania '51-ek na tym etapie wiedzy nie ma za bardzo sensu.

Na szczęście większość oprogramowania na dostępne na naszym rynku programatory pracuje w środowisku tekstowym MS-DOS, i posiada bardzo ograniczone wymagania sprzętowe co do komputera, toteż z instalacją nabytego urządzenia nie powinno być większych problemów.

Na pocieszenie pragnę poinformować, że w ofercie handlowej AVT znajduje się idealny do naszych potrzeb programator przeznaczony specjalnie dla rodziny procesorów MCS-51. Urządzenie posiada kod handlowy AVT-320 i sprzedawane jest w postaci zestawu do samodzielnego montażu (wersja /B) lub jako zmontowane (wersja /C). Bardziej zaawansowani i wytrwali elektronicy mogą też nabyć samą płytkę drukowaną wraz z kilkoma układami scalonymi opracowanymi specjalnie dla potrzeb tego urządzenia (zestaw /A). Dołączona do zestawu dyskietka zawiera prosty ale funkcjonalny program obsługi programatora. Urządzenie współpracuje z komputerem typu PC (począwszy od poczciwego XT na szybkich Pentiumach skończywszy) poprzez port szeregowy RS232C.

Wszystkich zainteresowanych zachęcam do lektury artykułu na ten temat, który ukazał się z naszym bratnim piśmie – „Elektronice Praktycznej" w numerach 9,10 i 11/97, a jest autorstwa niżej podpisanego.

Obsługa pamięci programu

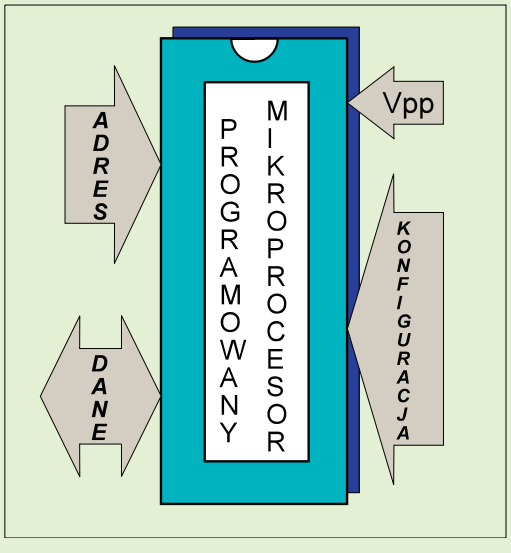
W tym miejscu powinienem wyjaśnić że w tytule tej części artykułu chodziło mi o wspominaną wcześniej sprawę programowania pamięci wewnętrznej procesora. Ale na samym programowaniu się nie kończy, bowiem po tej operacji trzeba zapisaną pamięć sprawdzić – czyli fachowo mówiąc „zweryfikować". Istnieje jeszcze kilka dodatkowych operacji, które jednak omówię w dalszej części artykułu.

Zanim przejdę do omówienia sposobów programowania pamięci programu, poinformować niektórych z Was, drodzy Czytelnicy, że w zasadzie podane niżej informacje nie są niezbędne do posługiwania się kontrolerami z wbudowaną pamięcią programu i korzystania z programatorów tych kostek. Jednak aby w pełni zrozumieć zasadę działania i dodatkowe funkcje procesora, warto znać te wiadomości, a praktyka przyniesie z pewnością mniej niemiłych niespodzianek.

Oto kilka informacji, które pozwolą zrozumieć Ci wstępnie w jaki sposób można zaprogramować wewnętrzną pamięć programu procesora.

1. Wiesz, już w jaki sposób procesor wykonuje swój program, i że do tego z jakiej pamięci (zewnętrznej czy wewnętrznej) odczytywany jest program, służy końcówka /EA (pin 31). W przypadku kiedy wyprowadzeni to jest zwarte do masy procesor pobiera rozkazy z zewnętrznej pamięci programu o adresach 0000h...FFFFh, czyli maksymalnie z 64kB (65536 bajtów). W przypadku kiedy zewrzemy to wyprowadzenie do plusa zasilania (+5V) uaktywniona zostanie wewnętrzna pamięć programu (w kostkach 87C51, 89C51 lub podobnych) i kolejne rozkazy będą pobierane właśnie z niej.
2. Fizycznie wewnętrzną pamięć programu można wyobrazić sobie jako wbudowany w procesor układ reprogramowalnej pamięci EPROM (87C51) lub EEPROM (np. 89C51), który za pośrednictwem zewnętrznych końcówek procesora może być zaprogramowany przez urządzenie zewnętrzne – programator.
3. Ponieważ procesor posiada te same i niezmienne wyprowadzenia (40 dla omawianych kostek 8051/C51,87C51, 89C51/C52) programowanie i weryfikacja wewnętrznej pamięci programu odbywa się z wykorzystaniem tych samych wyprowadzeń, tylko że w tzw. „trybie programowania". W trybie tym procesor znajduje się poza układem macierzystym (tym w którym ma pracować) a umieszczony jest w pro-

Rys. 1. Ogólny sposób na programowanie procesora



gramatorze, który w odpowiedni sposób sterując pewnymi wyprowadzeniami kostki wprowadza ją w ten właśnie tryb.

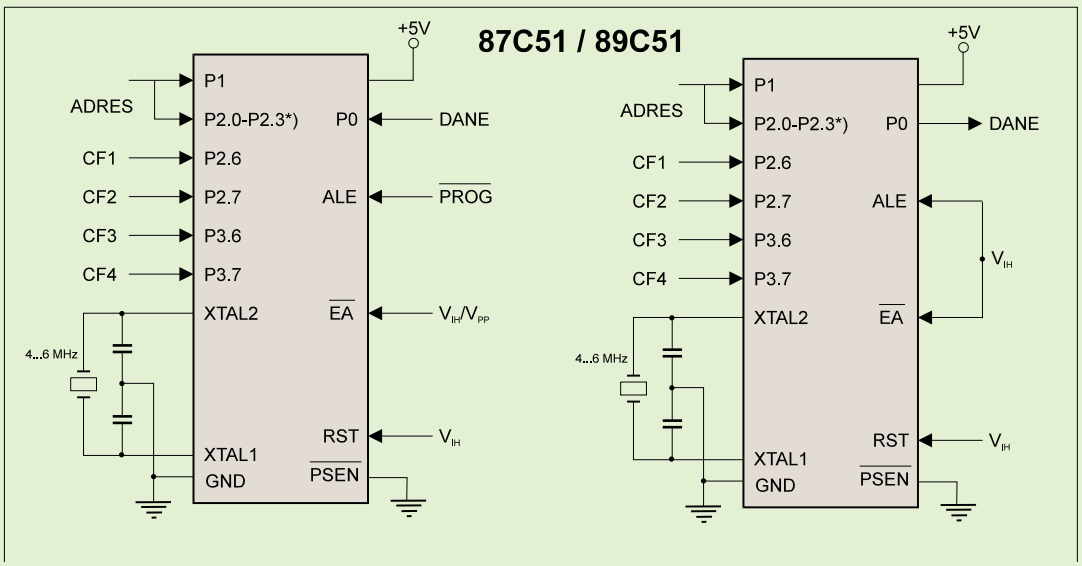
4. Skoro powiedziałem o tym że wewnętrzną pamięć programu można wyobrazić sobie jako wbudowany chip pamięci EPROM/EEPROM, to oznacza to że do „dobrania się" do niej muszą służyć:
   - linie adresowe, których liczba zależy od wielkości pamięci programu
   - linie danych : w procesorach takich jak MCS-51 będzie ich oczywiście 8
   - dodatkowe linie konfiguracyjne – sterujące zapisem i odczytem tej pamięci. Obrazowo pokazano to na **rysunku 1**
5. Wśród tych ostatnich – linii sterujących znajduje się także tzw. linia Vpp – czyli linia napięcia programującego. Z reguły napięcie to jest wyższe od napięcia zasilania procesora i wynosi:
   - 12,75 V dla większości układów z pamięcią EPROM, np. 87C51/2
   - 12V dla większości układów z pamięciami EEPROM (Flash EEPROM), np. 89C51/2. Istnieją także wersje programowane napięciem 5V (np. procesory Atmela o oznaczeniach 89C51-XX-5, gdzie XX oznacza maksymalną częstotliwość pracy układu w MHz).

   W zamierzchłych czasach istniały także wersje procesorów 8751 które programowano napięciem 21V, podobnie jak pamięci EPROM wykonywane kiedyś w technologii MOS (obecnie CMOS), ale to przeszłość i takich wersji układów na rynku się nie spotyka.
6. Dzięki stosownemu wysterowaniu wspomnianych końcówek procesora w trybie programowania, a następnie poprzez podanie napięcia programującego Vpp stosowna zaadresowana przez programator komórka w wewnętrznej pamięci programu zostaje zaprogramowana. Po obniżeniu napięci Vpp do wartości napięcia zasilającego Vcc (+5V) programator może zweryfikować zapisany bajt. Tak z grubsza odbywa się każdy cykl zapisu i sprawdzenia poprawności zaprogramowanej komórki.
7. Do prawidłowego programowania procesora potrzebny jest także dołączony do końcówek XTAL1 i XTAL2 rezonator kwarcowy, tak aby procesor mógł „oddychać" podczas programowania. Już wiesz przecież że bez sygnału zegarowego procesor jest „martwy" jak człowiek bez krwi. Wartość częstotliwości rezonansowej kwarcu nie jest w tym przypadku istotna, ważne jest aby zawierała się ona w następujących granicach:
   - 4...6 MHz dla układów z pamięcią EPROM (87C51/C52)
   - 4...20 MHz dla układów z pamięcią EEPROM/ Flash (89C51/C52)
8. Ktoś może w tym momencie zapytać: „...No dobrze, procesor pracując w trybie z zewnętrzną pamięcią programu może czytać rozkazy spod adresów 0000h...FFFFh, a ile jest tej pamięci wewnętrznej programu?...", a no tyle ile podałem w tabeli 1.

   I tak dla poszczególnych kostek :
   - 87C51, 89C51 jest to 4kB (4096 bajtów), adresy 0000h...0FFFh
   - 87C52, 89C52 jest to 8kB (8192 bajty), adresy 0000h...1FFFh
9. Inne pytanie – „...a co się stanie, kiedy to np. pracując w trybie z wewnętrzną pamięcią programu (końcówka /EA zwarta do Vcc) program dojdzie do końca obszaru wewnętrznej pamięci programu (np. do adresu 0FFFh dla kostki 87C51), co będzie wtedy, skąd będą pobierane dalsze rozkazy?...". Jeżeli tak się stanie i procesor dojdzie do końca tej pamięci to dalsze rozkazy będą pobierane z zewnętrznej pamięci programu dołączonej do procesora w tradycyjny (jak w naszym komputerku edukacyjnym AVT-2250) sposób.
   - Na **rysunku 2** pokazano sposób dołączenia sygnałów : adresowych, danych i sterujących w tym napięcia Vpp podczas programowania wewnętrznej pamięci programu kostek. W przypadku programowania procesorów w wersji z pamięci programu EEPROM „Flash" typu 89C51 /C52 na rysunku będą pewne różnice, a mianowicie: rezonator kwarcowy może być z zakresu 4...20 MHz
   - W przypadku układów 87C52 i 89C52 adres komórki do zaprogramowania podawany jest na linie portów : P1 – LSB adresu oraz P2.0 – P2.4 : MSB adresu
   - Przy programowaniu układów 87C51/52 na wejście sterujące /PROG (końcówka ALE) podczas programowania danej komórki pamięci podaje się 25 impulsów ujemnych (od Vcc do masy) o czasie trwania min. 100µs i przerwie ok. 10µs.
   - Przy programowaniu kostek 89C51 i 89C52 na wejście /PROG wystarczy podać 1 impuls ujemny o czasie trwania ok. 100µs, to wystarczy aby zaprogramować bajt w wewnętrznej pamięci programu tej kostki

10. Warto wiedzieć, że zapisaną, wewnętrzną pamięć programu można zabezpieczyć przed odczytem przez osoby niepowołane. Służą temu tzw. „Security Bits", czyli bity zabezpieczające, których odpowiednie „przepalenie" uniemożliwia odczytanie zawartości pamięci (nie bójcie się, nie robi się tego „zapalniczką", chodzi mi tu o ich zaprogra-

Rys. 2. Sposób dołączenia sygnałów sterujących podczas programowania i weryfikacji układów 87C51/52.



Uwaga *): W przypadku kostki 87C52, wykorzystana jest dodatkowa linia adresowa – końcówka P2.4, ze względu na większą – 8kB pamięć programu.

mowanie). Zabezpieczenia zawartości programu może być często użyteczne, kiedy np. mamy zamiar oferować osobom drugim swój zaprogramowany mikroprocesor pracujący w mniej lub bardziej wymyślnym urządzeniu, sprzedając go i nie chcąc jednocześnie aby ktoś skopiował nasz pomysł i powielił w setkach tysięcy egzemplarzy.

I tu kryje się istotna zaleta procesorów z wewnętrzną pamięcią programu. Otóż zauważmy, że w przypadku umieszczenia programu w zewnętrznej pamięci EPROM, praktycznie każdy ma do niej dostęp, i może korzystając z programatora pamięci EPROM odczytać jej zawartość, w celu późniejszego skopiowania. Takie postępowanie jest oczywiście niezgodne z prawem, ale kto jest w stanie dochodzić swoich praw, szczególnie, że program może zostać sprytnie zmodyfikowany przez programistę-pirata w sposób uniemożliwiający późniejsze udowodnienie mu jego winy. Najistotniejsze jest to że w takich sytuacjach nasz, często opracowywany miesiącami pomysł zostanie błyskawicznie skradziony i powielony!

11. I tu z pomocą przychodzi wewnętrzna pamięć programu i bity ją zabezpieczające. Otóż raz zapisany i zabezpieczony program w procesorze jest nie do odczytania! Nie ma sposobu aby program taki odczytać jak ze zwykłej pamięci EPROM. Jeżeli ty właśnie jesteś autorem tego programu, to i tak wszystko w porządku, bo przechowujesz gdzieś, zapewne w komputerze, kopię programu oraz listing źródłowy. A potencjalny pirat? – ten musi obejść się smakiem, bo i tak nic nie wskóra, a program będzie zabezpieczony przed jego ingerencją.
12. Pytanie: „...No tak, ale skoro zabezpieczymy już ten program, to jak go potem usunąć? Zwyczajnie. W układach z pamięcią EEPROM robi się to tak jak w przypadku pamięci EPROM, korzystając z kwarcowego, przezroczystego okienka. Procesor umieszcza się po prostu w kasowniku ultrafioletowym i po około 15 minutach jest po wszystkim, kostka jest „czysta" i gotowa do ponownego zaprogramowania i użycia.

Inaczej jest w przypadku nowocześniejszych układów z pamięcią EEPROM „Flash". Tutaj nie jest potrzebne promieniowanie ultrafioletowe. Kasowanie wewnętrznej pamięci programu odbywa się w programatorze. Wysterowując końcówki sterujące, podając napięcie Vpp (patrz **tabela 3**) oraz impuls ujemny o czasie trwania ok. 10 ms, powodujemy skasowanie całej zawartości pamięci programu. Po takiej operacji układ jest gotowy do ponownego zaprogramowania i użycia.

Tabela 2

Tryb dla 87C51/C52	RST	PSEN	ALE PROG	EA/ Vpp	CF1 P2.6	CF2 P2.7	CF3 P3.6	CF4 P3.7
Zapis danych	1	0	0*	Vpp	0	1	1	1
Odczyt danych	1	0	1	1	0	0	1	1
Bity zabezpieczające B1	1	0	0*	Vpp	1	1	1	1
Bity zabezpieczające B2	1	0	0*	Vpp	1	1	0	0
Prog. tabeli szyfrującej	1	0	0*	Vpp	0	1	0	1
Odczyt sygnatury układu	1	0	1	1	0	0	0	0

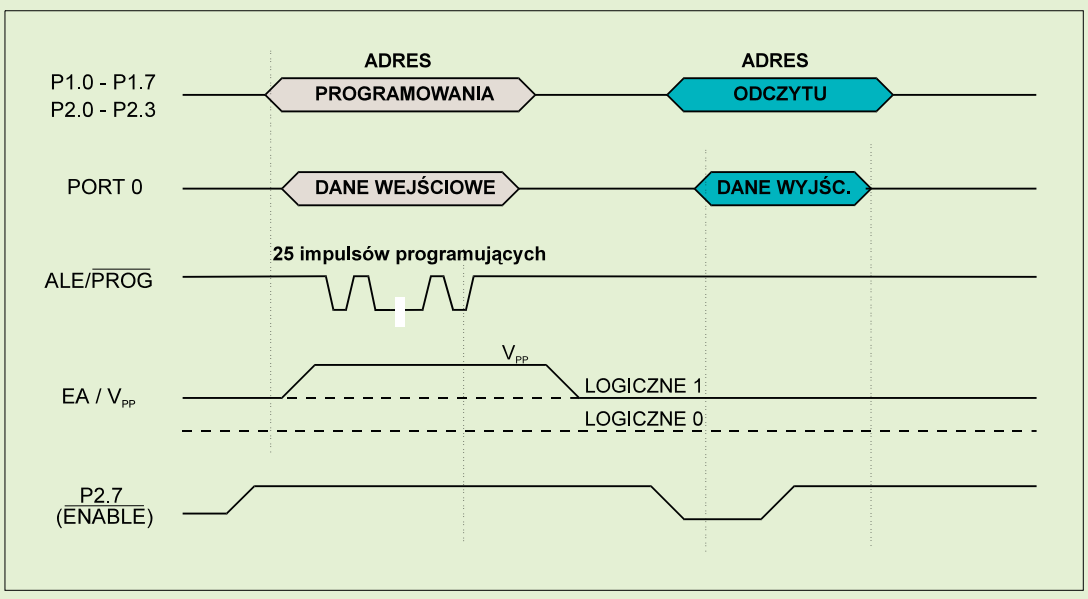
Uwagi:
a) 0* oznacza że należy podać 25 impulsów ujemnych o czasie trwania ok. 100µs i czasie przerwy min. 10µs
b) Vpp = 12,75 V ± 0,25V
c) Vcc = 5V ± 10% (dla programowania i weryfikacji)

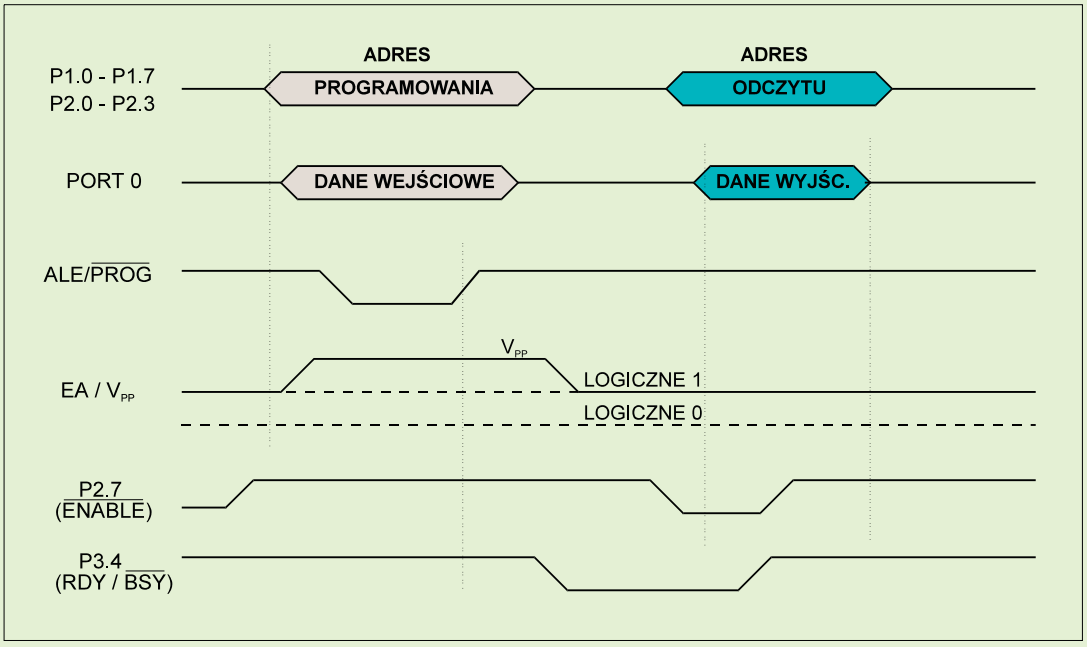
Tabela 3

Tryb dla 89C51/C52	RST	PSEN	ALE PROG	EA/ Vpp	CF1 P2.6	CF2 P2.7	CF3 P3.6	CF4 P3.7
Zapis danych	1	0	0*	Vpp	0	1	1	1
Odczyt danych	1	0	1	1	0	0	1	1
Bity zabezpieczające B1	1	0	0*	Vpp	1	1	1	1
Bity zabezpieczające B2	1	0	0*	Vpp	1	1	0	0
Bity zabezpieczające B3	1	0	0*	Vpp	0	1	1	1
Kasowanie pamięci programu	1	0	0*	Vpp	0	1	1	1
Odczyt sygnatury układu	1	0	1	1	0	0	0	0

Uwaga:
a) 0* oznacza że należy podać 1 impuls ujemny o czasie trwania ok. 100µs
b) Vpp = 12 V ± 0,25V lub 5V ± 0,25V dla wersji 89C51/C52 – XX – 5 (patrz tekst)
c) procedura kasowania pamięci wymaga podania impulsu na wejście /PROG o czasie trwania 10 ms.

Rys. 3. Zależności czasowe podczas programowania proceseów a pamięcią EPROM (87C51, 87C52).





Rys. 4. Zależności czasowe podczas programowania procesorów a pamięcią EEPROM/Flash (89C51, 89C52).

W zależności od ustawienia sygnałów sterujących oznaczonych na rysunku 2 jako CF1...CF4 oraz dodatkowych ALE i EA, RST i PSEN można uzyskać kilka funkcji programowania lub weryfikacji wewnętrznej pamięci programu. Wszystkie dozwolone kombinacje przedstawiają:

- dla kostek 87C51/ C52 – **tabela 2**
- dla kostek 89C51/ C52 – **tabela 3**

W dalszej części artykułu dokładnie objaśnię znaczenie poszczególnych pozycji tabel 2 i 3 podczas operacji programowania wewnętrznej pamięci mikrokontrolerów.

13. Wątpliwość: „... No tak ale przecież istnieje w liście rozkazów procesora instrukcja MOVC A,@A+DPTR, dzięki której możliwe jest odczytanie każdego bajtu z wewnętrznej czy zewnętrznej pamięci programu, co wtedy...? Odpowiadam: i na to jest rada. Otóż producenci procesorów umieścili dodatkowy bit zabezpieczający, którego „przepalenie" (zaprogramowanie) powoduje zablokowanie tej instrukcji, w wypadku kiedy ktoś próbuje wykonać ją z obszaru zewnętrznej pamięci programu – zastanów się dlaczego jest to dobry sposób na zabezpieczenie?
14. I na koniec jeszcze jedna informacja o zabezpieczeniach. Otóż niektórzy producenci procesorów rodziny MCS-51, prawie wszyscy produkujący układy w wersji z pamięcią EPROM stosują dodatkowe zabezpieczenia w postaci tzw. tablicy szyfrującej (ang. Encryption Table). Fizycznie jest to wydzielona część pamięci EPROM, o rozmiarze przeważnie równym 1, 2 lub 4 krotności 16 bajtów. Zaprogramowanie tabeli szyfrującej sekwencją 16, 32 lub 64 bajtów (zależnie od wersji układu) po uprzednim zaprogramowaniu wewnętrznej pamięci programu, powoduje, to, że w przypadku nie zabezpieczenia procesora bitami zabezpieczającymi, odczytywany przez potencjalnego hackera każdy bajt programu będzie wynikiem operacji EXNOR ("Exclusive NOR") faktycznego bajtu programu z kolejnym (modulo wielkość tabeli szyfrującej) bajtem tabeli szyfrującej. Dzięki temu bez znajomości zawartości tabeli enkrypcji (która po zaprogramowaniu nie jest dostępna) nie jest praktycznie możliwe rozkodowanie programu przez osobę nie mającą dostępu do zawartości tabeli szyfrującej. Oczywiście autor programu posiada takową kopię i wie co trzeba zrobić z odczytanym programem aby doprowadzić go do stanu „używalności".
W ostatnich czasach, ze względu na niepotrzebną często komplikację, większość producentów procesorów rodziny MCS-51 odeszła od koncepcji stosowania tabeli szyfrującej i stosuje dodatkowe bity zabezpieczające, które pokrótce opiszę w dalszej części artykułu.

Na **rysunku 3** i **4** przedstawiłem zależności czasowe pomiędzy sygnałami sterującymi podczas programowania procesorów z pamięciami EPROM (87C51/C52) i EEPROM „Flash" (89C51/C52).

Charakterystyka pamięci EPROM/EEPROM procesorów

Układy 87C51/C52 wyposażone są w pamięć EPROM wykonaną w technologii CMOS, programowana tzw. algorytmem szybkim „Quick-Pulse Programming". Algorytm ten polega na podaniu napięcia Vpp o wysokości 12,75V (na wejście EA/Vpp) a następnie podanie na wejście ALE procesora serii 25 impulsów ujemnych o czasie trwania 100µs (stan L) i przerwie min. 10µs (stan H).

W wypadku procesorów 89C51/ C52 napięcie Vpp może mieć jedną z dwóch wartości: 12V i 5V w zależności od wersji procesora (patrz tekst wyżej).

Mikrokontrolery posiadają tzw. sygnatury, dzięki którym możliwa jest autoidentyfikacja układu przez obsługujący programator. Fizycznie są to pojedyncze komórki ROM wbudowane w procesor z zapisanymi bajtami mówiącymi o producencie układu, jego typie oraz wersji wykonania. Są to:

a) dla układów z pamięcią EPROM
   - (adres: 030h) = 15h, oznacza producenta (w tym wypadku jest to Philips)

Tabela 4

Tryb	LB1	LB2	LB3	Rodzaj zabezpieczenia
1	U	U	U	Program nie zabezpieczony
2	P	U	U	Ignorowane są instrukcje MOVC, wykonywane z pamięci zewnętrzne programu, wejście EA jest zatrzaśnięte podczas "resetu" procesora", zablokowane jest dalsze programowanie pamięci Flash
3	P	P	U	Tak jak w trybie 2 z zablokowaną możliwością weryfikacji programu
4	P	P	P	Tak jak w trybie 3 z zablokowaną możliwością pobierania rozkazów z zewnętrznej pamięci programu.

LB1 - bit nr 1, LB2 - bit nr 2, LB3 - bit nr 3
P - bit zaprogramowany
U - bit niezaprogramowany

- (adres: 031h) = 92h, oznacza układ 87C51, podobnie dla 87C52 jest to 97h

b) dla układów z pamięcią EEPORM / Flash (np. producenta – firmy Atmel)
- (adres: 030h) = 1Eh, oznacza producenta w tym przypadku Atmel)
- (adres: 031h) = 51h, oznacza układ 89C51
- (adres: 032h) = FFh oznacza napięcie Vpp=12V, =05h oznacza Vpp=5V.

Ze względu na różnorodność typów układów jak i braku jednolitego standardu wśród producentów, podane wartości mogą się zmieniać. Należy więc je traktować jako informacyjne. Na zakończenie wspomnę że dostęp do sygnatury odbywa się poprzez zaadresowanie (adres podany w nawiasie) sygnatury tak jak to się odbywa w przypadku weryfikacji pamięci programu, z tą różnicą, że odmienny jest układ sygnałów sterujących – patrz tabele 2 i 3.

Do prawidłowego zaprogramowania kości potrzebny jest dołączony zewnętrzny oscylator kwarcowy (patrz rys.2) Powodem zastosowania tego elementu jest fakt, że podczas programowania, pracuje licznik wewnętrznego adresu procesora oraz odbywa się transfer danych z rejestrów portów procesora do matrycy pamięci programu.

Podczas programowania, adres danej komórki EPROM / EEPROM podawany jest przez programator na port P1 procesora (młodsza część adresu – LSB) oraz na część pinów portu P2. Przy układach 'C51 wyposażonych w 4 kB pamięci programu są to linie P2.0... P2.3, a w kostkach 'C52 dodatkowo sterowana jest linia P2.4. W ten sposób dzięki 12 liniom adresowym (A0...A11) dla 'C51 oraz 13 liniom adresowym (A0...A12) dla kostek 'C52 możliwe jest zaadresowanie całej wewnętrznej pamięci programu.

Jeżeli chodzi o dane to programator podaje je na port P0 procesora. Następnie ustawione zostają (zgodnie z tabelą 2 dla układów z EPROM oraz tabelą 3 dla układów z EEPROM Flash) sygnały RST i PSEN oraz wybrana zostaje konfiguracja pinów CF1...CF4 określających zgodnie z tymi tabelami operacje na procesorze jaka ma być właśnie wykonana. Przy programowaniu sekwencja poziomów logicznych sygnałów CF1...CF4 będzie równa: 0-1-1-1.

Następnie (patrz zależności czasowe na rys.3 i 4) programator podaje napięcie Vpp na końcówkę EA procesora, po czym po krótkiej chwili, kiedy napięcie to narośnie do odpowiedniej wartości programator

– dla układów z EPROM : generuje szereg impulsów programujących (25) o parametrach jak podałem wcześniej w artykule
– dla układów z EEPROM jest to 1 impuls o określonym czasie trwania (zazwyczaj jest to 100µs)

Następnie programator obniża do pierwotnej wartości Vcc wartość napięcia programującego Vpp, po czym wystawia poziom niski na linię CF2, co powoduje że zapisana przed chwila dana jest wystawiana, tym razem przez procesor na linie portu P0 celem weryfikacji (odczytu) przez urządzenie programujące.

W układach 89C51/52 programator może monitorować stan programowania komórki za pośrednictwem dodatkowej linii P3.4 procesora. Otóż po zapisaniu danej w pamięci wewnętrznej programu, procesor sygnalizuje to pojawieniem się stanu niskiego na tej linii, co może odczytać programator i w ten sposób skrócić niezbędny czas impulsu programującego, podawanego na wejście /PROG procesora.

Programowanie tablicy szyfrującej („Encryption Table") w procesorach z pamięcią EPROM odbywa się podobnie, jak w przypadku programowania pamięci programu, lecz inna jest kombinacja sygnałów sterujących CF1...CF4 (patrz tabela 2).

Podobnie wygląda programowanie bitów zabezpieczających, z tą różnicą, że do przepalenia danego bitu wystarczy kombinacja sygnałów CF1..CF4 oraz jak poprzednio cykl programujący z Vpp (jak poprzednio). Linie adresowe oraz danych nie mają w tym momencie znaczenia.

W tabeli 4 przedstawione są efekty przepalania kolejnych bitów zabezpieczających. W przypadku układów 87C51/C52 mamy do czynienia tylko z dwoma bitami LB1 i LB2. Przepalenie LB1 zabezpiecza układ przed przyszłym programowaniem, czy raczej „doprogramowaniem" tej części pamięci, która nie została wcześniej podczas programowania zapisana (nie musimy przecież programować całej pamięci programu, a tylko tyle ile ma nasz program. Przepalenie bitu LB2 powoduje zablokowanie możliwości weryfikacji zaprogramowanej pamięci programu.

Dlatego należy pamiętać, **że bity zabezpieczające programuje się w zależności od potrzeb, ale zawsze na końcu całego procesu programowania!**

W układach z 89C51/C52 możliwe jest elektryczne kasowanie całej zawartości wewnętrznej pamięci programu poprzez podanie 10 milisekundowego impulsu programującego przy pozostałych sygnałach CF1...CF4 ustawionych jak podano w tabeli 3.

W wypadku układów z EPROM kasowanie pamięci może być wykonane tylko za pośrednictwem promieni ultrafioletowych (podobnie jak w typowych kostkach EPROM) o długości fali najlepiej około 4000A (400 nm).

Do kasowania układów najlepiej jest stosować fabryczne kasownika EPROM lub samodzielnie wykonaną lampę kasująca np. ze świetlówki pracującej w podanym zakresie fal.

W tym miejscu chce przestrzec niektórych z Was o możliwości zastosowania w roli lampy kasującej występujących na naszym rynku małych świetlówek do tzw. „sprawdzania banknotów". Niestety nie nadają się one do kasowania struktur EPROM ze względu na nieodpowiednie widmo promieniowania.

Trzeba zatem nabyć specjalną świetlówkę, najlepiej miniaturową (o mocy 4...8W) emitująca stosowne promieniowanie. Cechą charakterystyczną właściwej dla naszych celów świetlówki jest całkowita przezroczystość rurki — czyli brak luminoforu. Jeżeli natraficie w sklepie na taki egzemplarz, pracujący w zakresie ultrafioletu, to z pewnością kasowanie układów za pomocą takiej lampy będzie udane.

Pamiętajcie tylko aby własnoręcznie wykonany „kasownik" zamknąć w obudowie, w przeciwnym przypadku ostre promieniowanie ultrafioletowe może uszkodzić wzrok!

Jeżeli ktoś chciałby spróbować samodzielnie wykonać chociażby najprostszy programator i zaprogramować procesor na podstawie niniejszego artykułu, zalecam sięgniecie do literatury [1] i [2]. Uprzedzam jednak że ze względu na różnorodność parametrów czasowych w przebiegach z rys.3 i 4 w zależności od producenta układu oraz jego wersji, nie jest to zadanie łatwe, a przynajmniej nie da się zrobić na kolanie. Można bowiem drogi często procesor po prostu uszkodzić. Dlatego jeszcze raz zalecam korzystanie z gotowych programatorów lub złożenie samodzielne proponowanego w artykule programatora AVT.

Sławomir Surowiński

Literatura:

[1] – 80C51 Based 8-bit Microcontrollers, katalog Philips IC20

[2] — Microcontrollers DataBook, Atmel 1995/97

Wielu elektroników miałoby duże kłopoty z wyjaśnieniem komuś, co to jest **limiter**, **kompresor**, **ekspandor** i **bramka szumu**. Zacznijmy od zasady działania tych urządzeń.

Najprostsze do zrozumienia jest działanie i sensu stosowania **bramki szumu**. Jak wskazuje nazwa jest to bramka, a bramka może być otwarta (przepuszcza sygnał z wejścia na wyjście) albo zamknięta (nie przepuszcza sygnału).

Jeśli na wejściu występują sygnały o małych amplitudach, bramka jest zamknięta. Gdy na wejściu pojawią się większe sygnały – bramka zostaje otwarta. Przy takim działaniu, jeśli na wejściu występują tylko szumy (małe sygnały), bramka jest zamknięta i na wyjściu nie ma denerwującego szumu. W głośnikach panuje cisza.

Gdy pojawią się sygnały użyteczne (większe niż poziom szumów), bramka się otwiera i cały sygnał wejściowy bez żadnych modyfikacji przechodzi na wyjście i do głośników. Układ bramki szumów musi być wyposażony w jakiś układ progowy, który będzie sterował pracą bramki w zależności od poziomu sygnału. Układ taki powinien mieć regulowany próg zadziałania, by dostosować się do aktualnego poziomu szumów i wyciąć rzeczywiście tylko szumy, a nie słabsze sygnały użyteczne.

Schemat blokowy bramki szumu pokazany jest na **rysunku 1**. Pokazano tu jeden kanał, ale w praktyce zwykle bramka jest stereofoniczna i obwód sterujący jest wspólny dla obu kanałów. Ponadto sam układ bramki zwykle nie jest prostym dwustanowym elementem o działaniu „przepuszcza/nie przepuszcza", tylko obwodem o płynnie regulowanym wzmocnieniu.

Krótko mówiąc bramka szumów to układ, który wycina szumy w przerwach między sygnałami użytecznymi. Jest to urządzenie często używane w studiach radiowych i systemach nagłośnienia do wycięcia nieprzyjemnego szumu w audycjach słownych, szumu pochodzącego ze wzmacniaczy mikrofonowych.

Limiter

Dość proste jest także działanie **limitera** czyli **ogranicznika**. Limiter jest przez cały czas „otwarty" i ma wzmocnienie, powiedzmy równe 1. Sygnał wejściowy przechodzi na wyjście bez zmian. Ale jeśli poziom sygnału wejściowego będzie za duży, większy niż maksymalny poziom użyteczny dalszych urządzeń (magnetofonu, wzmacniacza, itp.), to układ ogranicznika zmniejszy swoje wzmocnienie i tym samym poziom takich silnych sygnałów na wyjściu. Krótko mówiąc limiter zapobiega przesterowaniu dalszych urządzeń w torze wzmocnienia. Sygnały cichsze są przenoszone bez zmian, natomiast sygnały zbyt głośne są zmniejszane do założonego poziomu. Sygnał wyjściowy w żadnym wypadku nie przekroczy ustalonego poziomu.

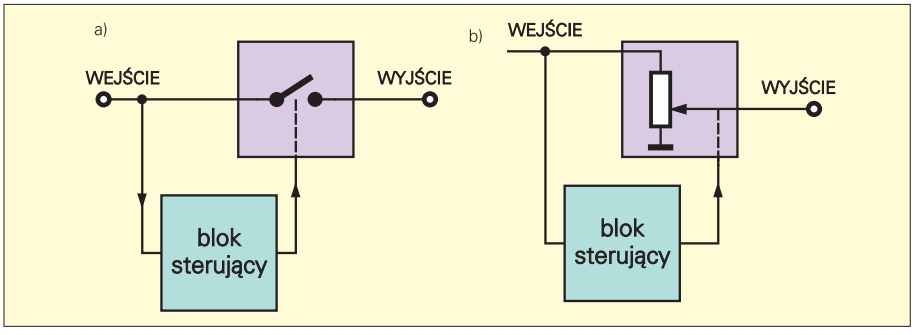
Limitery są bardzo często używane w studiach radiowych w audycjach na żywo, gdzie zapobiegają przesterowaniu toru nadawczego. Jest to swego rodzaju „kaganiec" dla wrzeszczących mówców. Choćby zapalony dyskutant krzyczał wprost do mikrofonu, limiter skutecznie zmniejszy sygnał wyjściowy do założonej wartości.

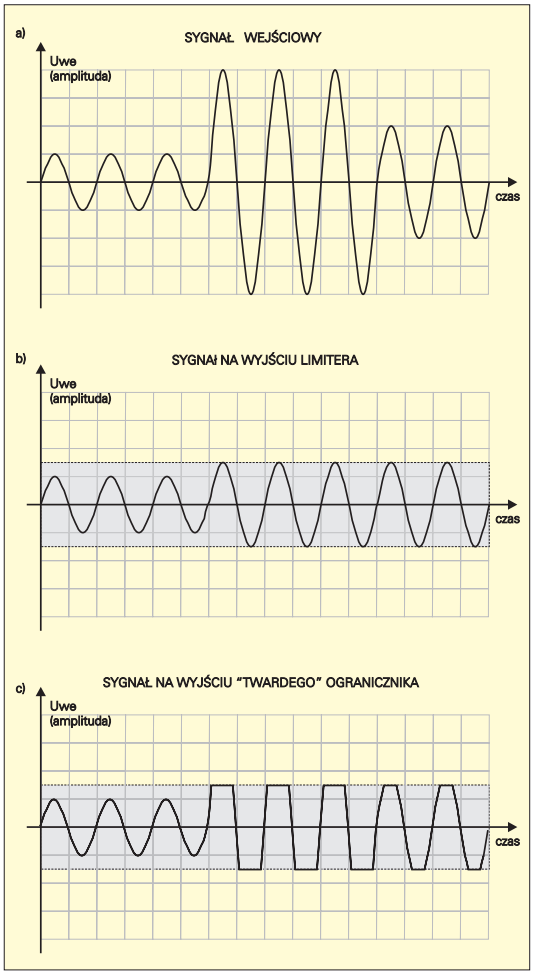
W tym miejscu należy wyjaśnić pewne nieporozumienie. W elektronice używa się także innych limiterów, czyli ograniczników. Przykładowo popularny układ gitarowy – fuzz, też jest limiterem – ogranicznikiem, ale jego działanie jest zupełnie inne. W układzie typu fuzz jeśli sygnał wejściowy jest większy od założonego, następuje po prostu obcinanie wierzchołków i przebieg na wyjściu ma wprawdzie ograniczoną amplitudę, ale jest potwornie zniekształcony – z wyglądu przypomina prostokąt. Natomiast opisywany właśnie układ limitera nie obcina wierzchołków i nie wprowadza zniekształceń nieliniowych – przy zbyt dużych sygnałach zmniejsza wzmocnienie i sygnał wyjściowy zachowuje swój kształt, ma tylko mniejszą amplitudę. Różnice w działaniu naszego „liniowego" limitera i „twardego ogranicznika typu fuzz zilustrowano na **rysunku 2**.

Rysunek 3 pokazuje uproszczony schemat blokowy „liniowego" ogranicznika, który jest tematem artykułu. Natomiast **rysunek 4** pokazuje jak prosto realizuje się „twardy" ogranicznik obcinający wierzchołki sygnałów o amplitudzie większej niż 0,6V.

Z rysunku 3 wynika, że układ bramki szumu jest nieco podobny do limitera. W obu układach występuje blok regulacji wzmocnienia oraz blok sterujący. Różnica polega przede wszystkim na sposobie działania układu sterującego. Na rysunku 3 wejście bloku sterującego połączone jest z wejściem układu.

Rys. 1. Schemat blokowy bramki szumu





Rys. 2. Działanie różnych typów ograniczników

Wielu elektroników zaprotestuje w tym miejscu, że przecież omawiany właśnie limiter to nic innego jak znany wszystkim elektronikom układ Automatycznej Regulacji Wzmocnienia (w skrócie ARW) i w takim układzie wejście bloku sterującego podłączane jest do wyjścia układu, by utrzymać stały poziom sygnału na wyjściu. Rzeczywiście, działanie limitera przypomina działanie układu ARW, ale sposób realizacji układowej zwykle jest inny i nie jest pomyłką dołączenie na rysunku 3 wejścia bloku sterującego do wejścia całego urządzenia. Sprawa ta zostanie wyjaśniona w artykule „Uniwersalny procesor dynamiki z układem NE572". Na razie nie trzeba wgłębiać się w szczegóły, wystarczy z grubsza rozumieć działanie limitera.

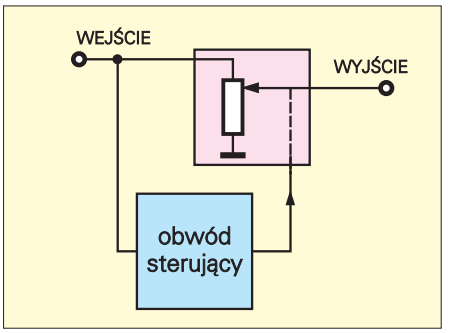
Wspólną cechą limitera i układu ARW jest utrzymywanie stałego poziomu sygnału na wyjściu. Ale w układzie ARW przy bardzo małych sygnałach wejściowych układ ma bardzo duże wzmocnienie, żeby nawet przy tak małych sygnałach uzyskać na wyjściu sygnał o ustalonym poziomie. Natomiast w układzie klasycznego limitera, przy mniejszych sygnałach układ ma stałe wzmocnienie (często równe 1), i wzmocnienie to zmniejsza się dopiero przy dużych sygnałach wejściowych – porównaj rysunek 2b.

Kompresor

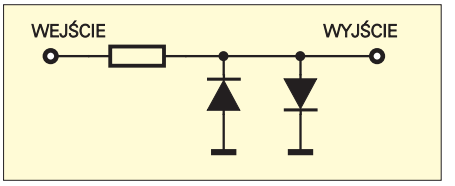
Kolejny układ do obróbki dźwięku – **kompresor** – działa trochę podobnie jak limiter. O ile jednak limiter nie wpływa na poziom mniejszych sygnałów (wzmocnienie jest stałe), a jedynie redukuje poziom sygnałów większych od ustalonego progu, o tyle kompresor wpływa w pewien sposób na wzmocnienie wszystkich sygnałów. Dla kompresora również istnieje pewien poziom odniesienia. Tylko sygnały o tej jednej jedynej wielkości (amplitudzie) są przepuszczane przez układ bez zmiany poziomu (czyli wzmocnienie układu jest równe 1 (0dB). Sygnały większe są zmniejszane: czym większy sygnał, tym bardziej redukowany jest jego poziom. W limiterze również występuje taka redukcja, ale limiter pilnuje, by wszystkie takie sygnały miały na wyjściu jednakowy poziom. Kompresor nie jest aż tak „stanowczy". Zmniejsza wprawdzie wzmocnienie dużych sygnałów, ale nie do ustalonego poziomu, tylko w pewnym stopniu. Przykładowo jeśli sygnał wejściowy wzrośnie i stanie się czterokrotnie większy niż poziom odniesienia, to na wyjściu sygnał też wzrośnie, ale tylko dwukrotnie. Jeśli na wejściu wzrośnie stukrotnie, na wyjściu wzrośnie tylko dziesięciokrotnie. Już w tym miejscu można powiedzieć, że kompresor zgodnie ze swą nazwą kompresuje (zmniejsza, ściska) dynamikę sygnału.

Łatwo się domyślić, jak działa kompresor przy małych sygnałach. W odróżnieniu od limitera, który nie wpływa na poziom małych sygnałów, kompresor wzmacnia sygnały mniejsze niż ustalony poziom odniesienia. Współczynnik wzmocnienia nie jest stały: czym mniejszy sygnał, tym bardziej jest wzmacniany. A gdy poziom sygnału wejściowego zbliża się do wspomnianego poziomu odniesienia, wzmocnienie zbliża się do jedności.

Działanie kompresora można podsumować następująco: sygnały najmniejsze są znacznie wzmacniane, przy wzroście wielkości sygnału wejściowego wzmocnienie maleje. Gdy sygnał wyjściowy osiąga wielkość równą poziomowi odniesienia kompresora, wzmocnienie wynosi 1 (0dB). Przy dalszym wzroście poziomu sygnału wejściowego



Rys. 3. Schemat blokowy ogranicznika liniowego



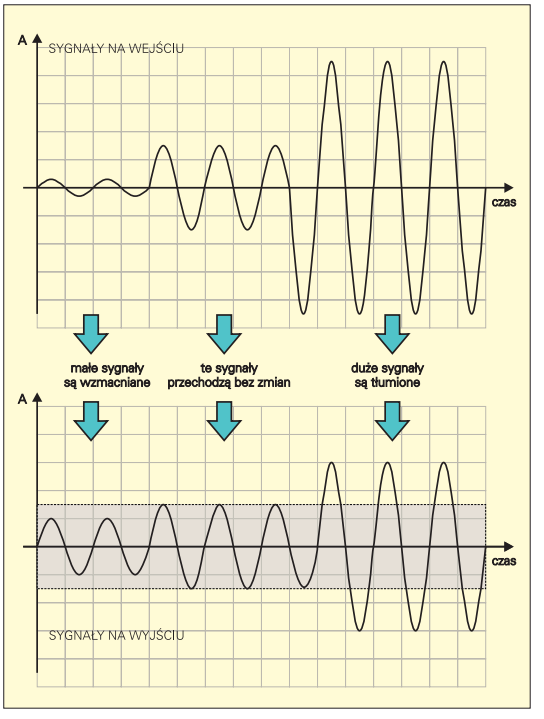
Rys. 4. Schemat „twardego" ogranicznika diodowego

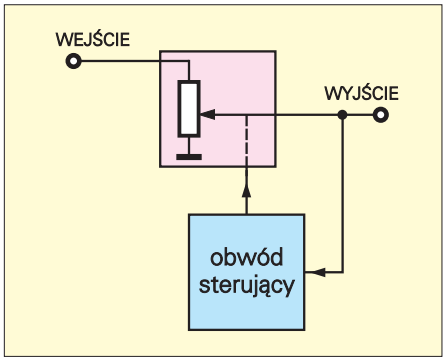
kompresor w pewnym stopniu tłumi sygnał, i wzrost na wyjściu jest mniejszy niż wzrost na wejściu. Ilustruje to **rysunek 5**.

Wspomniany poziom odniesienia nie jest tu najważniejszy. Równie dobrze można powiedzieć, że kompresor ma duże wzmocnienie dla bardzo małych sygnałów, i ze wzrostem sygnału wzmocnienie to stopniowo spada: najpierw do wartości 1 czyli 0dB (i właśnie tu leży wspomniany poziom odniesienia), a potem do wartości jeszcze mniejszych. W efekcie kompresor rzeczywiście zmniejsza dynamikę sygnału podawanego na wejście.

Można powiedzieć, że do działania układu ARW bardziej zbliżone jest działanie kompresora, niż limitera.

Rys. 5. Przebiegi w układzie kompresora





Rys. 6. Schemat blokowy kompresora

Obrazowo mówiąc, kompresor to taki mało skuteczny układ ARW: „podciąga" wzmocnienie słabych sygnałów (ale nie do ustalonego poziomu, tylko trochę), a tłumi sygnały zbyt duże (znów nie do ustalonego poziomu, tylko w pewnym stopniu).

W ten sposób przykładowo podczas dyskusji kilku osób w studiu radiowym kompresor pozwoli w znacznym stopniu wyrównać poziomy poszczególnych sygnałów. Wiadomo, że niektórzy mówią ciszej, inni głośniej. Niektóre kwestie będą wypowiadane cicho, inne z naciskiem, głośniej, może nawet podniesionym głosem. Zastosowanie układu ARW, który zapewniłby jednakową głośność wszystkich rozmówców na pewno odebrałoby dyskusji atmosferę i zdecydowanie utrudniło przekazanie emocji. Natomiast zastosowanie kompresora, który tylko w pewnym stopniu ingeruje w wielkość sygnałów, częściowo wyrówna poziomy, ale jednocześnie pozwoli zachować zauważalne różnice głośności poszczególnych dyskutantów i zachowa atmosferę bliską naturalnej.

Inny przykład. Z pewnych względów przy odbiorze audycji radiowych subiektywnie odczuwana głośność podczas nadawania muzyki jest znacznie większa, niż głośność towarzyszących im wypowiedzi słownych. Przy odsłuchu w warunkach domowych zazwyczaj nie jest to żadnym utrudnieniem. Ale każdy, kto ma w samochodzie radio i chciał podczas jazdy słuchać komentarza, przeplatanego muzyką może popaść w irytację: jeśli ustawi odpowiednią głośność słownych komentarzy, to głośność muzyki będzie zdecydowanie zbyt duża. Jeśli nastawi muzykę, by głośność nie była irytująco duża, komentarze okażą się zdecydowanie za ciche, bo będą zagłuszane przez warkot silnika i szumy towarzyszące ruchowi samochodu.

Rozwiązaniem byłoby zastosowanie albo układu ARW, albo jeszcze lepiej odpowiedniego szybkiego kompresora, który wzmocniłby słabsze sygnały powyżej poziomu szumów we wnętrzu auta, a częściowo ściszyłby najsilniejsze sygnały nadawanej muzyki.

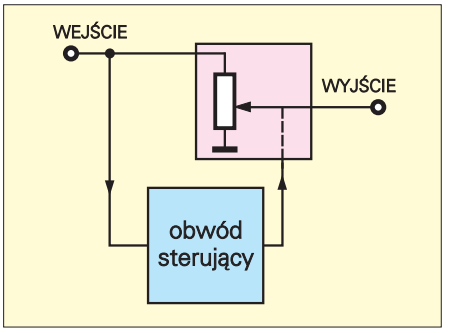
Schemat blokowy kompresora pokazany jest na **rysunku 6**. Ze schematu tego niewiele wynika, widać tylko, że znów potrzebny jest element o regulowanym wzmocnieniu i blok sterujący. Szczegóły realizacji praktycznej podane są w artykule o procesorze dynamiki.

Ekspandor

Ekspandor również składa się z takich samych bloków – zobacz **rysunek 7**. Dzięki innej konfiguracji jego działanie jest niejako przeciwne do działania kompresora – nie zmniejsza dynamiki, tylko ją zwiększa (rozciąga). Podobnie jak w kompresorze, istnieje tu pewien poziom odniesienia – sygnały o tym poziomie (wielkości) są przepuszczane przez ekspandor bez zmian, czyli układ ma wtedy wzmocnienie równe 1 (0dB). Odwrotnie niż w kompresorze, sygnały większe od tego poziomu odniesienia są jakby dodatkowo wzmacniane. Przykładowo jeśli sygnał na wejściu wzrośnie dwukrotnie ponad poziom odniesienia, to na wyjściu wzrośnie czterokrotnie. Dla sygnałów mniejszych od poziomu odniesienia działanie jest analogiczne. Czym mniejszy sygnał tym mniej jest wzmacniany. Ilustruje to **rysunek 8**.

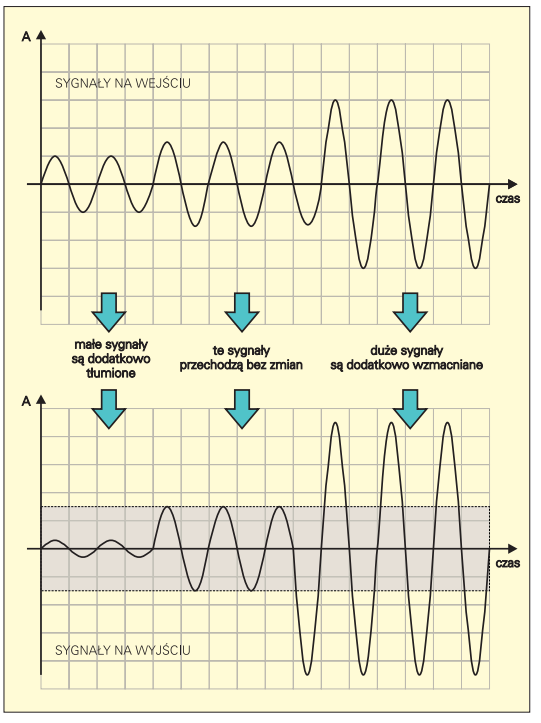
Inaczej mówiąc, klasyczny ekspandor ma dla bardzo małych sygnałów bardzo małe wzmocnienie (prawie ich nie przepuszcza). Wraz ze wzrostem poziomu sygnału wejściowego wzmocnienie układu rośnie.

Działanie ekspandora trochę przypomina działanie bramki szumu, która również dla najmniejszych sygnałów jest zamknięta. Różnica polega na tym, że w ekspandorze wzmocnienie zwiększa się stopniowo wraz ze wzrostem sygnału, natomiast w bramce szumu dla większych sygnałów bramka otwiera się i ma stałe wzmocnienie.



Rys. 7. Schemat blokowy ekspandora

Rys. 8. Przebiegi w układzie ekspandora



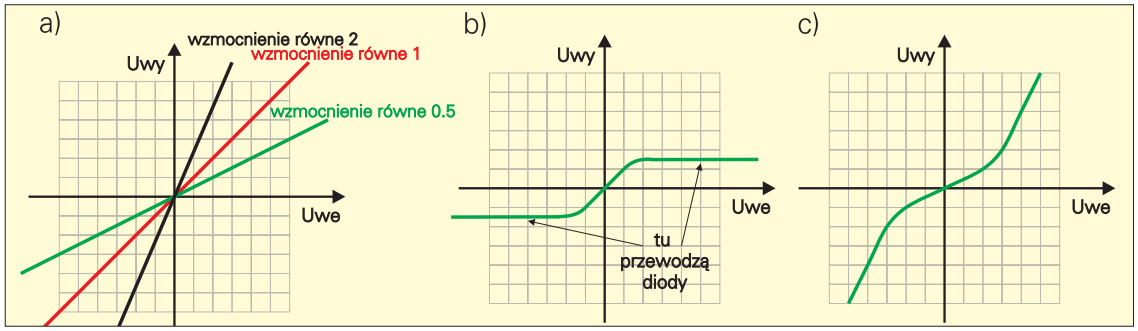
Podobieństwa

Wcześniej zasygnalizowane były podobieństwa między działaniem limitera i kompresora oraz ekspandora i bramki szumu. Porównanie rysunków 1b, 3, 6 i 7 udowadnia, że nie jest to przypadkowa zbieżność. W zasadzie każdy układ zmiany dynamiki zawiera element czy blok o wzmocnieniu regulowanym napięciem stałym oraz układ wytwarzający sygnał sterujący na podstawie sygnału wejściowego czy wyjściowego. Różnią się one sposobem włączenia oraz właściwościami bloku sterującego.

Dla pełnego zrozumienia działania omówionych urządzeń nie jest w tej chwili konieczna znajomość wszystkich szczegółów, niezbędne jest natomiast przeanalizowanie i dokładne zrozumienie sensu ich charakterystyk.

Rysunki 2a i b, 5 oraz 8 pokazują istotę sprawy, ale nie są to ścisłe charakterystyki, tylko rysunki poglądowe. W praktyce spotyka się inne sposoby charakteryzowania procesorów dynamiki.

Mniej zaawansowani Czytelnicy mogą mieć trudności ze zrozumieniem sensu takich charakterystyk. Początkujących takie wykresy często wprowadzają w błąd, bo szukają oni tam zależności znanych ze szkoły czy książek – w szkolnych książkach często przedstawia się charakterystykę np. wzmacniacza w postaci prostej lub krzywej przechodzącej przez środek wykresu i rysuje sygnały wchodzące i wychodzące. Przykład takiej charakterystyki można znaleźć na **rysunku 9a** i **9b** i **9c**. Czy charakterystyki z rysunku 9 mają jakiś związek z procesorami dynamiki? To właśnie jest problem, na którym początkujący całkowicie tracą orientację i uznają temat kompresorów, ekspandorów, itd. za niesamowicie trudny.



Rys. 9. Charakterystyki przejściowe różnych układów

Wyjaśnijmy go, bo nie jest to wcale skomplikowane. Przede wszystkim działanie pocesorów dynamiki nie ma praktycznie nic wspólnego z krzywą charakterystyką przejściową pokazaną na rysunku 9b i 9c. Krzywa czyli nieliniowa charakterystyka przejściowa układu oznacza pojawienie się ogromnych zniekształceń (właśnie nieliniowych) przy większych sygnałach. Przykładowo krzywa z rysunku 9b jest charakterystyką „twardego" ogranicznika diodowego z rysunku 4, który obcina sygnał według rysunku 2c. Natomiast w procesorach dynamiki zniekształcenia mają być jak najmniejsze, czyli charakterystyką ma być linia prosta, jak na rysunku 9a. Ale przecież w układzie zmiany dynamiki wzmocnienie musi się zmieniać, zależnie od poziomu sygnału. Jak to możliwe? Wyjaśnia to **rysunek10**. Na rysunku 9a oraz 10 wzmocnienie reprezentowane jest przez nachylenie charakterystyki przejściowej. Przykładowo w układzie kompresora wzmocnienie dla małych sygnałów jest duże, i wzmocnienie to zmniejsza się wraz ze wzrostem sygnału wejściowego. Bazując na rysunku 9a można narysować charakterystykę kompresora mniej więcej tak, jak pokazano na rysunku 10. Sam chyba przyznasz, Czytelniku, że nie jest to najlepszy sposób określenia tej charakterystyki, bo nie bardzo wiadomo, jak to rozgryźć i rozumieć. Tę samą charakterystykę w inny, trochę lepszy sposób można zaznaczyć tak jak na **rysunku 11**. Tym razem na osi pionowej masz zaznaczoną liczbową wartość wzmocnienia. Na osi poziomej masz poziom napięcia wejściowego. Dla tego przykładowego kompresora, poziom odniesienia ma wartość 1V i dla takich sygnałów wzmocnienie jest równe 1. Ponieważ w praktyce mamy do czynienia z sygnałami o bardzo dużych różnicach amplitudy (czyli dużej dynamice), dlatego najlepiej zastosować skalę logarytmiczną. Widzisz wyraźnie, że wzmocnienie zmniejsza się ze wzrostem poziomu sygnału. Przyznasz, że rysunek 11 jest znacznie bardziej strawny do ewentualnej analizy, bo widać jasno jak wzmocnienie zmienia się w zależności od wielkości sygnału wejściowego.

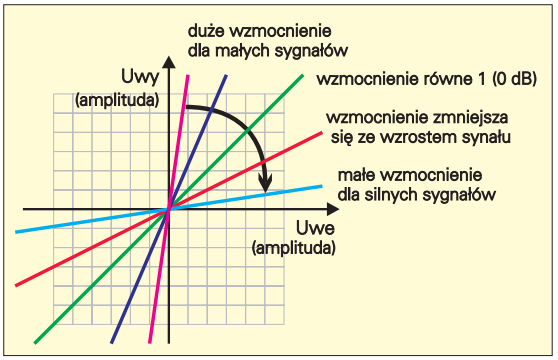
W praktyce najczęściej charakterystyki układów zmiany dynamiki przedstawia się w jeszcze innej postaci – takiej, jak na **rysunku 12**. Pokazuje ona nie wzmocnienie, tylko zależność poziomu wyjściowego od poziomu wejściowego. Na osiach znów podane jest napięcie wejściowe Uwe i Uwy. Czym więc różnią się rysunki 9a i 10 od rysunku 12?

I właśnie to jest problem, który uniemożliwia początkującym pełne zrozumienie działania procesorów dynamiki.

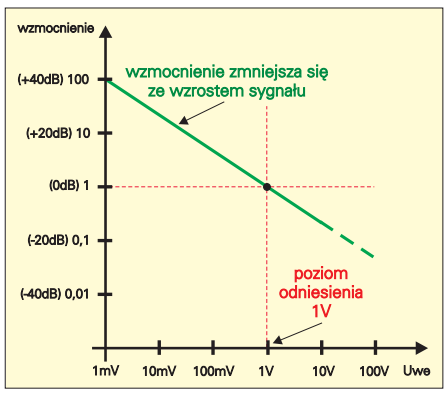
Rysunek 13 pomoże zrozumieć sens charakterystyk z rysunku 9, 10 oraz 12. Rysunki 9 i 10 pokazują charakterystyki przejściowe: sygnał wejściowy trafia na charakterystykę, ulega jakimś zmianom i pojawia się na wyjściu. Na rysunku 13a pokazano, jak to wygląda w układzie twardego ogranicznika z rysunków 2b, 4 i 9b

Rysunek 13b pokazuje, jak zmienia się sygnał wyjściowy przy różnym wzmocnieniu wzmacniacza o liniowej charakterystyce. Natomiast rysunek 13c pokazuje, jak należy rozumieć sens charakterystyki z rysunku 12.

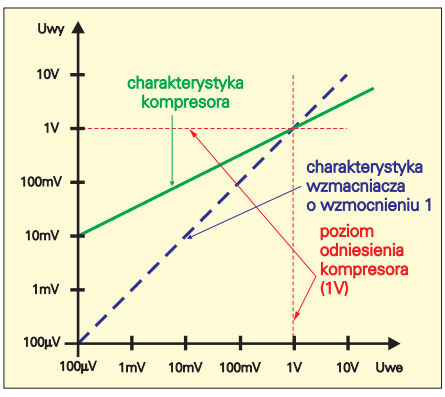
Rys. 10. Charakterystyki przejściowe wzmacniaczy o różnym wzmocnieniu



Rys. 11. Inny sposób rysowania charakterystyki kompresora



Rys. 12. Typowy sposób rysowania charakterystyki kompresora



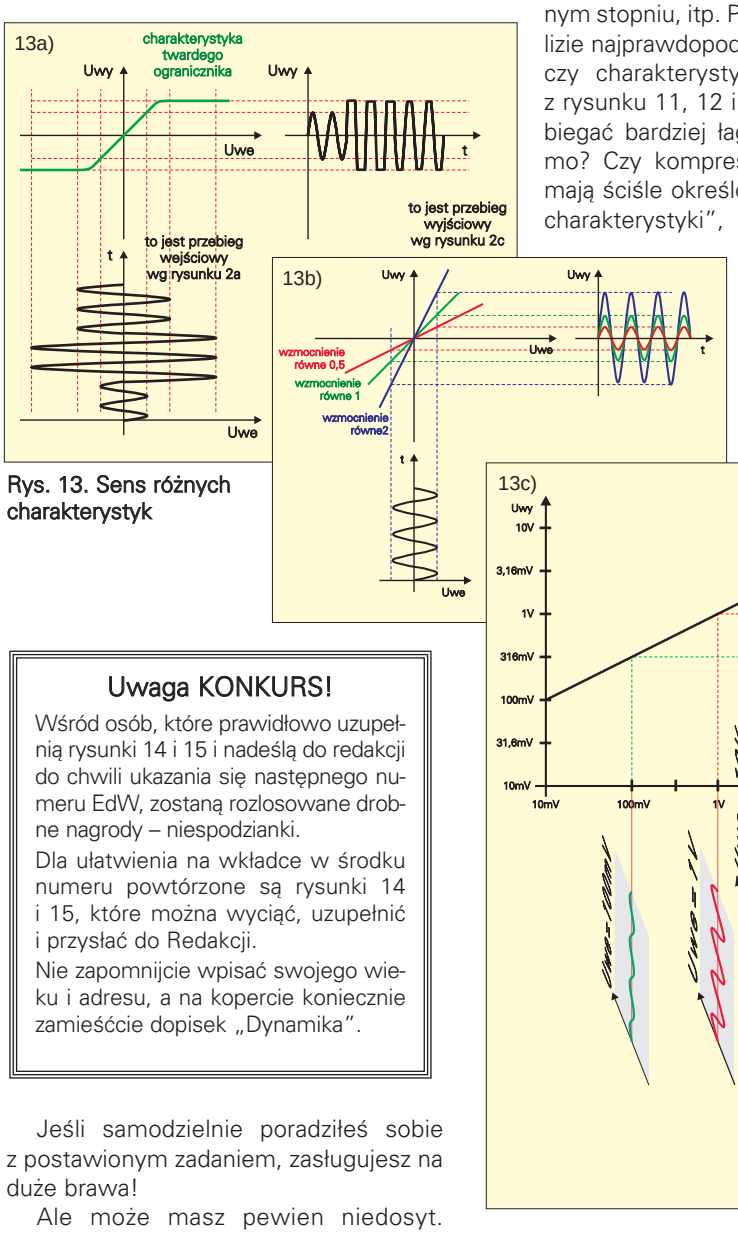
Na rysunkach 13a i 13b uwzględnia się kształt charakterystyki przejściowej, która może być nieliniowa jak na rysunku 13a. Natomiast wykresy z rysunków 12 i 13c dotyczą sytuacji, gdy charakterystyka jest liniowa, a zmienia się tylko wzmocnienie. Stąd pewne podobieństwo rysunków 13b i 13c.

Przeanalizuj więc bardzo uważnie wszystkie rysunki i zastanów się, czy twoje wnioski zgadzają się z informacjami podanymi przy okazji omawiania poszczególnych urządzeń i czy dobrze rozumiesz całe zagadnienie. Jeśli nie, przeczytaj artykuł jeszcze raz, a może przedyskutuj z kimś swoje wnioski.

W każdym razie niezbędne jest, byś rozumiał sens podanych charakterystyk.

Proponuję ci prosty test: w sposób analogiczny jak na rysunku 12 dorysuj na **rysunku 14** charakterystyki dwóch wzmacniaczy o różnym wzmocnieniu wynoszącym 0,1 (-20dB); 1 (0dB) oraz 10 (+20dB). Nie spiesz się. To nie koniec: na **rysunku 15** spróbuj narysować charakterystyki limitera (o wzmocnieniu 10 i poziomie odniesienia 1V), klasycznego układu ARW (o poziomie wyjściowym 0,1V), bramki szumu (o wzmocnieniu 1 i progu otwierania równym 10mV) oraz ekspandora (o poziomie odniesienia 1V).

Dobrze się zastanów. Swoje propozycje porównasz z pełnymi rysunkami 14 i 15 zamieszczonymi na samym końcu artykułu w następnym numerze EdW.



Rys. 13. Sens różnych charakterystyk

Uwaga KONKURS!

Wśród osób, które prawidłowo uzupełnią rysunki 14 i 15 i nadeślą do redakcji do chwili ukazania się następnego numeru EdW, zostaną rozlosowane drobne nagrody – niespodzianki.

Dla ułatwienia na wkładce w środku numeru powtórzone są rysunki 14 i 15, które można wyciąć, uzupełnić i przysłać do Redakcji.

Nie zapomnijcie wpisać swojego wieku i adresu, a na kopercie koniecznie zamieśćcie dopisek „Dynamika".

Jeśli samodzielnie poradziłeś sobie z postawionym zadaniem, zasługujesz na duże brawa!

Ale może masz pewien niedosyt. Wcześniej przy okazji opisu kompresora i ekspandora użyto zupełnie nieprecyzyjnych określeń typu: częściowo, w pewnym stopniu, itp. Po wnikliwej analizie najprawdopodobniej zapytasz, czy charakterystyka kompresora z rysunku 11, 12 i 13c może przebiegać bardziej łagodnie lub stromo? Czy kompresor i ekspandor mają ściśle określone „nachylenie charakterystyki", czy też można uzyskać charakterystyki pośrednie między jakimś „wzorcowym" ekspandorem a kompresorem? Inaczej mówiąc: czy można płynnie regulować stopień kompresji czy ekspansji?

Tak! Jak się okazuje, w praktyce, w podstawowej konfiguracji najprościej osiągnąć taką charakterystykę, jak na rysunku 11, 12. Ale stosując pewne proste sposoby, można zbudować układ, którym można płynnie zmieniać stopień kompresji sygnału, czyli uzyskać uniwersalny procesor dynamiki, który może być kompresorem, zwykłym wzmacniaczem lub ekspandorem. Przykład znajdziesz w artykule „Najsłynniejsze aplikacje" w jednym z następnych numerów EdW.

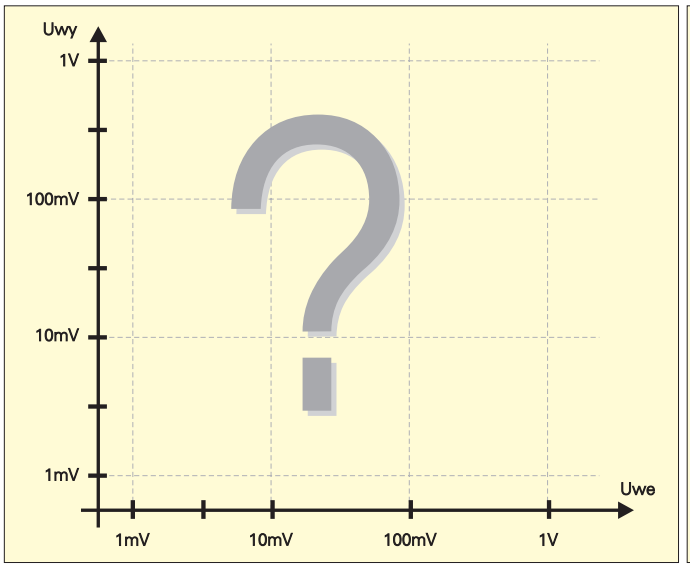
Być może nasuną ci się jeszcze inne pytania, na przykład dotyczące zmiany „poziomu odniesienia" czy możliwości wpływania na charakterystyki. Są to godne uwagi pytania. Najogólniej biorąc, przy praktycznych realizacjach nie tylko można, ale nawet warto stosować pewne modyfikacje, wzbogacające praktyczną przydatność omawianych urządzeń. Nie będziemy się teraz tym zajmować żeby nie zamącić w miarę klarownego obrazu sytuacji – więcej informacji zawartych jest we wspomnianym przed chwilą artykule, a na niektóre pytania znajdziesz odpowiedź sam, przeprowadzając eksperymenty z układem procesora dźwięku, który zostanie przedstawiony w następnym numerze EdW.

Nie możesz jednak sobie odpuścić problemu sterowania oraz pewnych stałych czasowych.

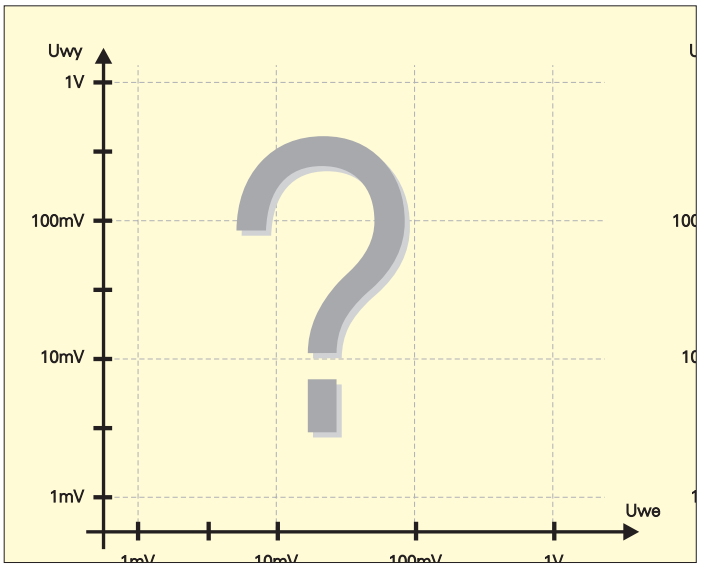
Zajmiemy się tym za miesiąc w drugiej części artykułu.

Piotr Górecki

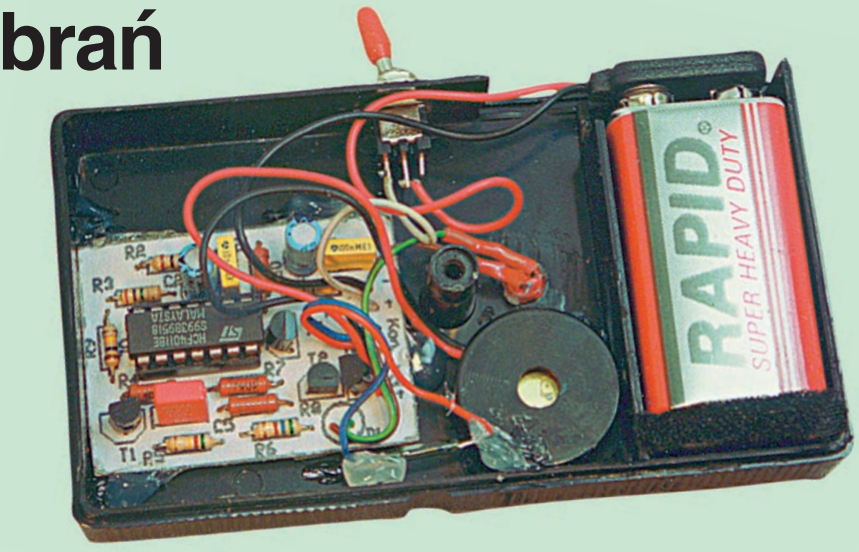
Rys. 14. Charakterystyki wzmacniaczy o różnym wzmocnieniu



Rys. 15. Charakterystyki bramki szumu, ekspandora, limitera i układu ARW



Sygnalizator brań



Do czego to służy?

Jak sama nazwa mówi, urządzenie to służy wędkarzowi do sygnalizowania brań. Wyobraźmy sobie następującą sytuację: wyjechaliśmy późno na ryby, po pewnym czasie zachodzi słońce i zapada zmrok. Brań nie widać ponieważ jest ciemno. Co w takiej sytuacji ma począć wędkarz? Ma do wyboru dwa rozwiązania: wrócić do domu, albo zastosować poniżej opisany sygnalizator brań.

Każdy wędkarz, który wykona taki sygnalizator będzie miał wielką satysfakcję z niepowtarzalnego i nigdzie dotąd niespotykanego urządzenia przydatnego do połowów ryb. Jego urządzenie na pewno wzbudzi zainteresowanie wśród innych wędkarzy. Jeśli nie jest on wstanie wykonać takiego urządzenia, to montaż może powierzyć koledze znającemu się choć trochę na elektronice.

Jak to działa ?

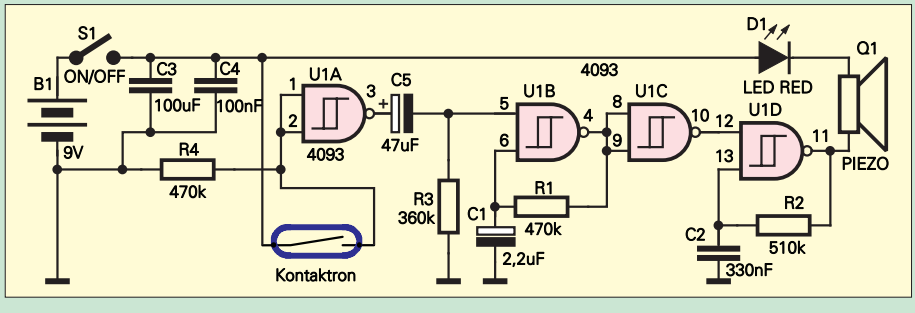
Schemat ideowy układu znajduje się na **rysunku 1**. Jako czujnik brań zastosowany został kontraktron. Zalety i wady zastosowania takiego czujnika będą wspomniane w dalszej części artykułu.

Kondensatory C3 i C4 blokują napięcie zasilające sygnalizator.

Po zbliżeniu magnesu do kontraktronu, jego styki zewrą się, co spowoduje podanie napięcia dodatniego na wejścia bramki U1A. Tak więc stan wysoki na wejściach bramki U1A powoduje że na jej wyjściu pojawi się stan niski blokujący działanie generatorów sygnalizatora. W czasie brania kiedy, to magnes oddali się od kontraktronu, przestanie on przewodzić, a na wejściach bramki U1A zostanie wymuszony przez R4 potencjał masy. Wtedy to przez kondensator C5 zostanie wygenerowany dodatni impuls o czasie trwania zależnym od pojemności tego kondensatora i wartości rezystora R3. Wartości elementów C5 i R3 ustalają czas trwania alarmu po rozwarciu styków kontraktrona, czyli po oddaleniu magnesu od czujnika. Taka funkcja układu może być przydatna np. gdy wędkarz zarzuca przynętę, niepotrzebne jest wtedy działanie czujnika, a wręcz przeciwnie może okazać się denerwujące. Można także nie stosować tego układu czasowego, wystarczy nie montować R3, a C5 zastąpić zworką. Układ będzie generował wtedy alarm aż do zwarcia styków kontraktronu.

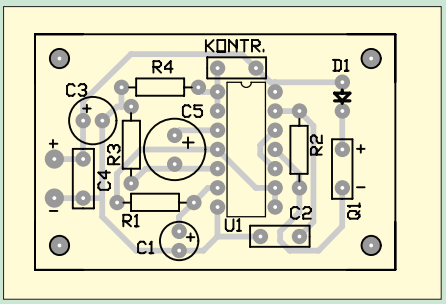
Wracając do działania układu: na nóżce 5 układu U1B, będzie się utrzymywał stan wysoki, aż do czasu rozładowania C5 przez rezystor R3. Stan wysoki na tym wejściu uruchamia pierwszy generator na bramce U1B, o częstotliwości wyznaczonej elementami C1 i R1. Na czas trwania dodatnich impulsów z tego generatora, poprzez bramkę U1C, będzie uruchamiany także generator o większej częstotliwości zbudowany na bramce U1D. Częstotliwość generatora U1D również może być zmieniana w szerokich granicach za pomocą C2 i R2, ale powinna ona być zawsze większa od częstotliwości generatora na bramce U1B. Wydajność prądowa wyjścia 11 U1D bezpośrednio wystarcza do wysterowania szeregowo połączonej diody LED i generatora piezo. Połączenie równoległe diody i piezo zwiększy głośność i jasność świecenia, ale też zwiększy się pobór prądu w czasie alarmu. W ciszy jaka panuje w czasie połowów słyszalne są nawet bardzo słabe sygnały, a zbyt głośny alarm może przynieść więcej szkody niż pożytku w postaci wypłoszenia ryb.

Rys. 1. Schemat ideowy



Montaż i uruchomienie

Opisywany układ można zmontować na płytce drukowanej, pokazanej na **rysunku 2**. Montaż należy wykonać w tradycyjny sposób, rozpoczynając od najmniejszych elementów. Układ sygnalizatora brań nie wymaga uruchamiania, natomiast płytkę dobrze byłoby pokryć specjalnym lakierem, co zabezpieczy ją przed wilgocią i utlenianiem się. Źródłem zasilania układu powinna być bateria 9V, ale można wypróbować działanie ukądu także przy niższych napięciach, już od 3V (np. jedna lub dwie baterie litowe).



Rys. 2. Schemat montażowy

c.d. na str. 53

Wykaz elementów

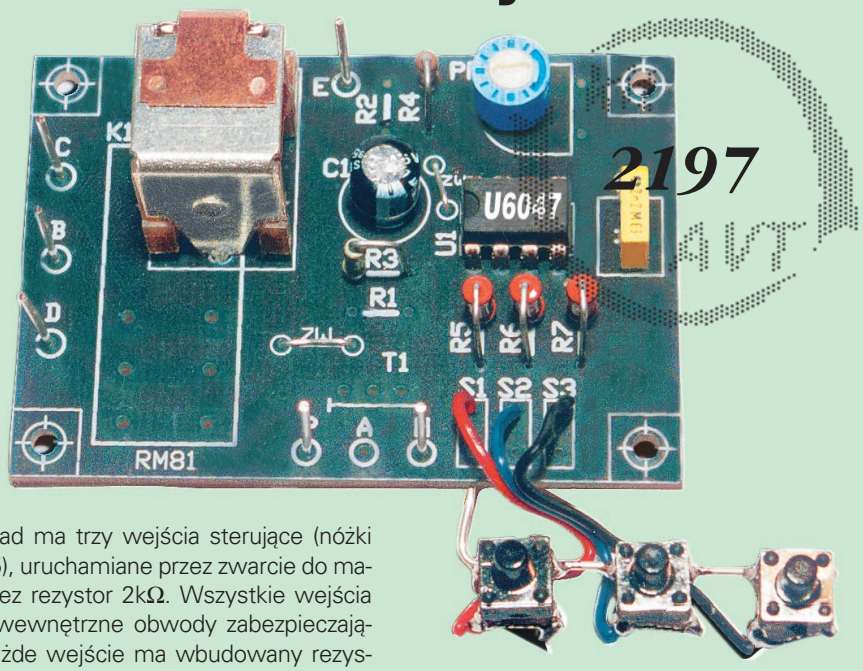
Rezystory
- R1,R4: 470kΩ
- R2: 510kΩ
- R3: 360kΩ

Kondensatory
- C1: 2,2µF/10V
- C2: 330nF
- C3: 100µF/10V
- C4: 100nF
- C5: 47µF/10V

Półprzewodniki
- D1: LED 5mm RED
- U1: 4093

Pozostałe
- S1: przełącznik dźwigienkowy
- Q1: brzęczyk piezo 6V
- Złączka do baterii 9V
- Obudowa KM-26
- Kontraktron

Uniwersalny układ czasowy



Do czego to służy?

Układ służy do włączania przekaźnika (lub innego obciążenia) na określony czas w zakresie od 4 sekund do 20 godzin.

W zależności od konfiguracji wejść włączenie przekaźnika może następować:
- automatycznie po podaniu na układ napięcia zasilania
- ręcznie po naciśnięciu przycisku ON
- ręcznie po naciśnięciu przycisku TOGGLE.

Wyłączenie przekaźnika następuje po upływie zadanego czasu, ale może nastąpić wcześniej:
- po naciśnięciu przycisku OFF
- po drugim naciśnięciu przycisku TOGGLE.

Urządzenie wykonane jest przy użyciu układu scalonego U6047, przeznaczonego do pracy w trudnych warunkach, panujących w urządzeniach motoryzacyjnych. Układ scalony jest zabezpieczony przed uszkodzeniem pod wpływem zakłóceń i przepięć pojawiających się w obwodach zasilania i przewodach sterujących.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazano na rysunku 1.

Kluczową rolę pełni układ scalony U6047. Kostka ta zasilana jest przez filtr R3 C1, który chroni układ przed ewentualnymi przepięciami, zdarzającymi się w instalacji samochodu.

Podstawowe parametry układu:
Zakres temperatur pracy: -40...+125°C
Napięcie zasilania (R1=510Ω): 6...16V
Napięcie stabilizacji
(nóżka 7): typ 5,2V (5,0...5,4V)
Maksymalny prąd
wyjścia (nóżka 2): 300mA

Kostka może być też zasilana napięciem 5V – wtedy rezystor R3 trzeba zewrzeć, a nóżkę 7 (wyjście wewnętrznego stabilizatora) zewrzeć do nóżki 8.

Nóżka 2 jest wyjściem do dołączenia przekaźnika. Jest to wyjście tranzystora npn z otwartym kolektorem, a dzięki wbudowanej między masą i nóżką 2 diodzie Zenera (23V) nie trzeba stosować zewnętrznej diody do likwidowania przepięć na cewce przekaźnika (pojawiających się przy jego wyłączaniu).

W module dodatkowo przewidziano tranzystor mocy T1, który może służyć do sterowania obciążeniami. W zależności od prądu kolektora i wzmocnienia tranzystora, należy indywidualnie dobrać wartość rezystancji R2 (R1=10kΩ)

Układ ma trzy wejścia sterujące (nóżki 3, 4 i 5), uruchamiane przez zwarcie do masy przez rezystor 2kΩ. Wszystkie wejścia mają wewnętrzne obwody zabezpieczające. Każde wejście ma wbudowany rezystor podciągający (100kΩ), przez co wejścia te w spoczynku są w stanie wysokim.

Nóżki 3 i 4 współpracują ze sobą: wejście włączające ON (nóżka 3) rozpoczyna cykl pracy, czyli włącza przekaźnik. Jeśli przekaźnik ma być wyłączony przed upływem zadanego czasu, należy skorzystać z wejścia OFF (nóżka 4).

Nóżka 5 jest wejściem przerzutnika bistabilnego (TOGGLE): każde kolejne naciśnięcie zmienia stan wyjścia (przekaźnika) na przeciwny.

Czas działania przekaźnika wyznaczony jest przez częstotliwość wewnętrznego oscylatora, czyli wartość elementów R4, PR1 i C2. Czas ten może być ustawiany w bardzo szerokim zakresie. Częstotliwość oscylatora zależy nie tylko od wymienionych elementów, ale i od wewnętrznej rezystancji rozładowującej. Oto przybliżony wzór pozwalający obliczyć czas działania przekaźnika:

T = 59000 × (R4+PR2) × C2

Pomocą w doborze elementów będzie tabela 1 pokazująca jakie czasy osiąga się z typowymi wartościami kondensatorów i rezystorów.

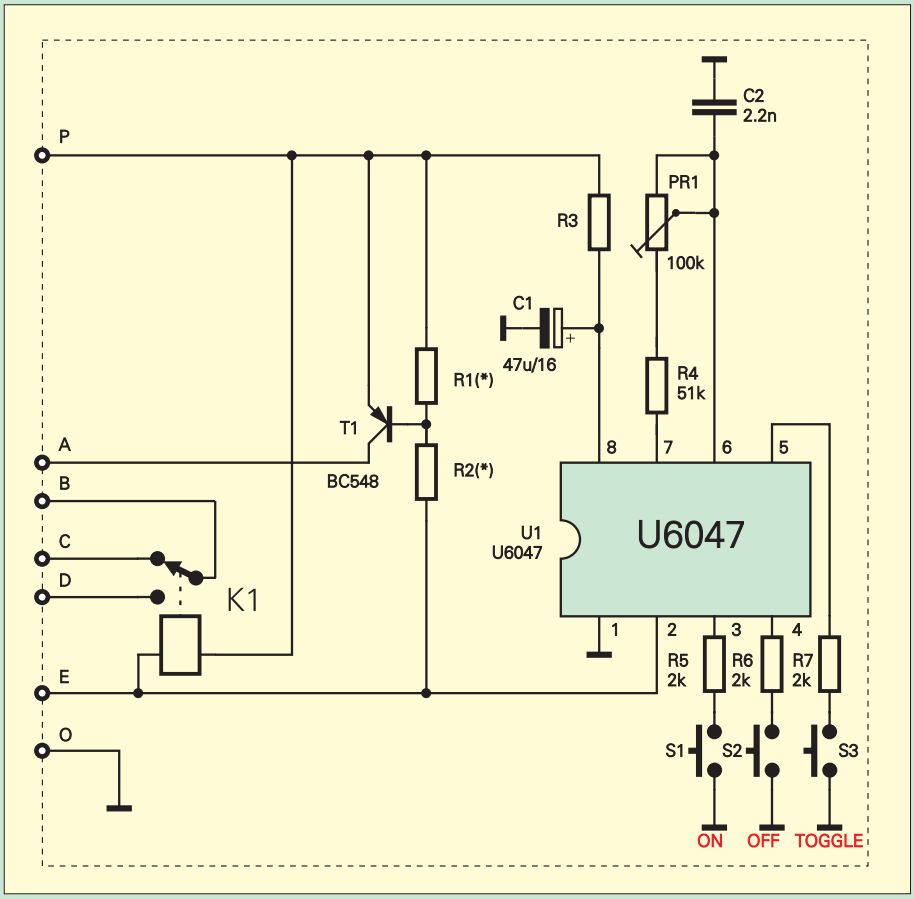
Ze względu na stabilność cieplną kondensator C2 powinien być kondensatorem stałym, foliowym. Rezystancja R4+PR1 może mieć wartość w zakresie 47kΩ...1MΩ

W normalnych warunkach pracy po włączeniu zasilania układ jest zewnętrznie zerowany i przekaźnik nie działa. Wystarczy jednak połączyć wejście ON (nóżka 3) na stałe do masy i przekaźnik będzie się włączał na określony czas po włączeniu zasilania. Przy takim połączeniu nie można przerwać cyklu pracy (uruchamiając przycisk TOGGLE lub OFF). Jeśli przekaźnik ma łapać po włączeniu zasilania, ale ma być zachowana możliwość ręcznego wyłączenia przed upływem wyznaczonego czasu, nóżkę 3 należy połączyć do masy przez kondensator elektrolityczny 22µF.

W danej chwili nie powinny być uruchamiane obydwa wejścia ON i OFF. Podobnie nie powinno się wykorzystywać wejść ON,

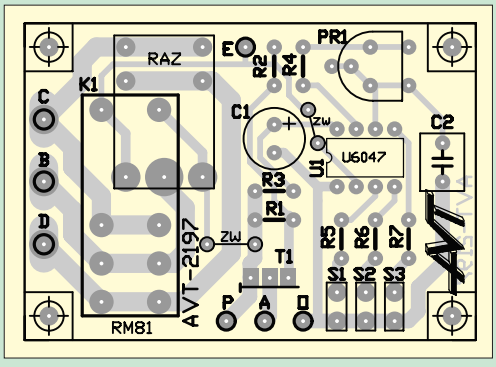
Tabela 1

Czas	C2	R4+PR1	częst. gen.	czas odkłócania	
minut	*nF*	*kΩ*	*Hz*	*ms*	
1229	4700	280	1	6000	
614	1000	650	2	3000	
246	1000	260	5	1200	
154	1000	160	8	750	
123	1000	130	10	600	
61	100	650	20	300	
25	100	260	50	120	
15	100	160	80	75	
12	100	130	100	60	
sekund		*nF*	*kΩ*	*Hz*	*ms*
369	10	600	200	30	
147	10	240	500	12	
92	10	150	800	8	
74	10	120	1000	6	
37	1	600	2000	3.00	
15	1	240	5000	1.20	
9	1	150	8000	.75	
6.7	1	110	11000	.55	
5.3	1	85	14000	.43	
4.3	1	70	17000	.35	
3.7	1	59	20000	.30	



Rys. 1. Schemat ideowy

Rys. 2. Schemat montażowy



OFF jednocześnie z wejściem TOGGLE (nie ma to zresztą sensu).

Wszystkie wejścia sterujące współpracują ze wspólnym obwodem odkłócania, który między innymi zapobiega skutkom drgań styków sterujących. Ubocznym efektem obecności tego obwodu są pewne opóźnienia, które dają o sobie znać zwłaszcza przy długich czasach działania. W tabeli 1 w ostatniej kolumnie podano te czasy opóźnienia. Przy długich czasach działania nie należy się dziwić, że do uruchomienia układu wymagane jest dłuższe naciśnięcie przycisku.

Wykaz elementów

Rezystory
- R3: 510Ω
- R4: 51kΩ
- R5-R7: 2kΩ
- PR1: 100kΩ
- R1,R2: nie montować

Kondensatory
- C1: 47µF/16V
- C2: 2,2nF

Półprzewodniki
- T1; tranzystor NPN np. BC548B
- U1: U6047

Pozostałe
- K1: przekaźnik samochodowy 12V (ew. RM81)
- S1,S2,S3 microswitch

Uwaga! Elementy R1, R2, T1 nie wchodzą w skład zestawu AVT-2???.

Istnieje także bliźniacza kostka U6046, która ma identyczne funkcje, tylko sterowana jest nie przez zwieranie wejść do masy, tylko do plusa zasilania (12V przez rezystory 20kΩ)

Montaż i uruchomienie

Montaż układu na płytce pokazanej na **rysunku 2** nikomu nie powinien sprawić trudności. Przyciski wejściowe mogą być dowolne. Układ nie wymaga żadnego uruchamiania, należy tylko dobrać odpowiedni czas działania przekaźnika. Z wartościami elementów pokazanymi na schemacie uzyskuje się czasy od około 6 do 20 sekund. Aby uzyskać inny czas działania, należy zmienić kondensator C2.

W zestawie AVT-2197 występuje typowy przekaźnik samochodowy (taki jak w modelu). Na płytce przewidziano otwory także pod popularny przekaźnik RM81.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2197.

Sygnalizator brań *(c.d. ze str. 51)*

Sygnalizator można umieścić w typowej obudowie KM-26. Aby uchronić układ przed deszczem należy wykonać do obudowy uszczelkę np. z dętki lub uszczelnić obudowę silikonem. O baterie nie trzeba się martwić, ponieważ obudowa KM-26 zawiera osobny pojemnik i łatwo ją później wymienić. Do obudowy, we własnym zakresie można także przygotować specjalny uchwyt wbijany w ziemię. O miejscu umieszczenia czujnika w obudowie każdy powinien zdecydować samodzielnie. Dla zwiększenia funkcjonalności sygnalizatora można połączyć równolegle kilka kontraktronów. Czułość sygnalizatora możemy bardzo łatwo wyregulować przez odpowiednie ustawieniem kontraktrona do magnesu (lub odwrotnie).

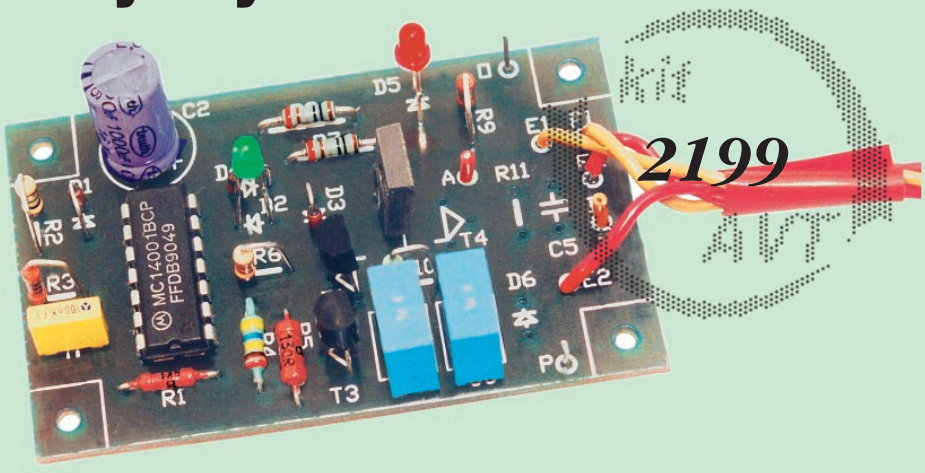
Po umieszczeniu sygnalizatora w dogodnym miejscu (oczywiście nad jeziorem lub rzeką), należy zaczepić kawałek magnesu na żyłce np. za pomocą agrafki wędkarskiej. Magnes w stanie połowów powinien znajdować się w przeznaczonym na niego miejscu w obudowie. Podniesienie tego magnesu przez żyłkę, spowoduję włączenie alarmu na czas określony przez C5 i R3, lub do czasu ponownego zwarcia styku kontraktrona przez magnes (jeśli w tym czasie nie zdążył się rozładować C5 lub gdy jest on nie montowany). Czas włączenia alarmu oraz częstotliwość sygnału, każdy może przystosować do własnych potrzeb poprzez zmianę kilku elementów opisanych wyżej.

Jak każda rzecz ma nie tylko zalety ale i wady, przez co po zawieszeniu magnesu na żyłce trzeba zawiesić także na niej przeciwwagę.

Życzę udanych nocnych połowów!

Marcin Wiązania

Ekonomiczny wykrywacz zwarć



Do czego to służy?

Przedstawiany układ jest w zasadzie omomierzem, przeznaczonym do pomiaru bardzo małych oporności, w zakresie od pojedynczych miliomów do 0,2Ω, z rozdzielczością 0,0001Ω. Jest to przystawka do cyfrowego miernika uniwersalnego.

Przeznaczeniem przyrządu nie jest jednak tylko pomiar oporności, ale także, a może przede wszystkim, wykrywanie zwarć, na przykład na płytkach drukowanych, w montowanych układach i przy naprawach sprzętu. Każdy, kto miał kiedykolwiek kłopoty z odnalezieniem miejsca, gdzie zwarte są dwa obwody, doceni zalety opisanej przystawki. Czasem zdarza się, że podczas trawienia, na płytce drukowanej pozostanie cieniutkie jak włos połączenie, niewidoczne gołym okiem. Przykładowo zwarcie wystąpi między ścieżką masy a jakąś inną ścieżką. Zmontowany na takiej płytce układ nie będzie działał poprawnie. Czasem zwarcie powstanie w pracującym urządzeniu wskutek uszkodzenia jakiegoś elementu i wtedy też niełatwo znaleźć przyczynę.

Zwykły omomierz niewiele pomaga i zazwyczaj w takim wypadku trzeba przecinać ścieżki w różnych miejscach i sprawdzać, w której części obwodu występuje szukane zwarcie. Jest to metoda żmudna i niezbyt elegancka (ze względu na konieczność przecinania ścieżek).

Użycie opisanego prostego przyrządu pozwoli zlokalizować zwarcie szybko i bez cięcia ścieżek. Co ciekawe, nie trzeba wylutowywać elementów z płytki. Lokalizowanie zwarcia odbywa się na zasadzie szukania miejsc o jak najmniejszej oporności. Tylko początkującym może się wydawać, że ścieżki płytki drukowanej mają pomijalnie małą rezystancję. Cienkie ścieżki mają rezystancję rzędu kilkudziesięciu miliomów (kilku setnych części oma). Już milimetr długości ścieżki ma rezystancję wykrywalną przez opisany przyrząd.

Aby zlokalizować zwarcie, wystarczy dotknąć sondami dwóch obwodów, między którymi ono występuje. Dołączony woltomierz cyfrowy pokaże jakąś wartość. Następnie jedną z sond należy dotknąć do innego punktu jednego z obwodów. Jeśli woltomierz pokaże wartość większą niż poprzednio, zwarcia należy szukać w przeciwnym kierunku. Dotknięcie punktu ścieżki bliższego miejsca zwarcia spowoduje zmniejszenie wskazania woltomierza. Oczywiście wskazanie nie spadnie do zera. Nie jest to konieczne – chodzi o znalezienie punktów obydwu obwodów, między którymi rezystancja jest najmniejsza. Właśnie w tej okolicy kryje się zwarcie.

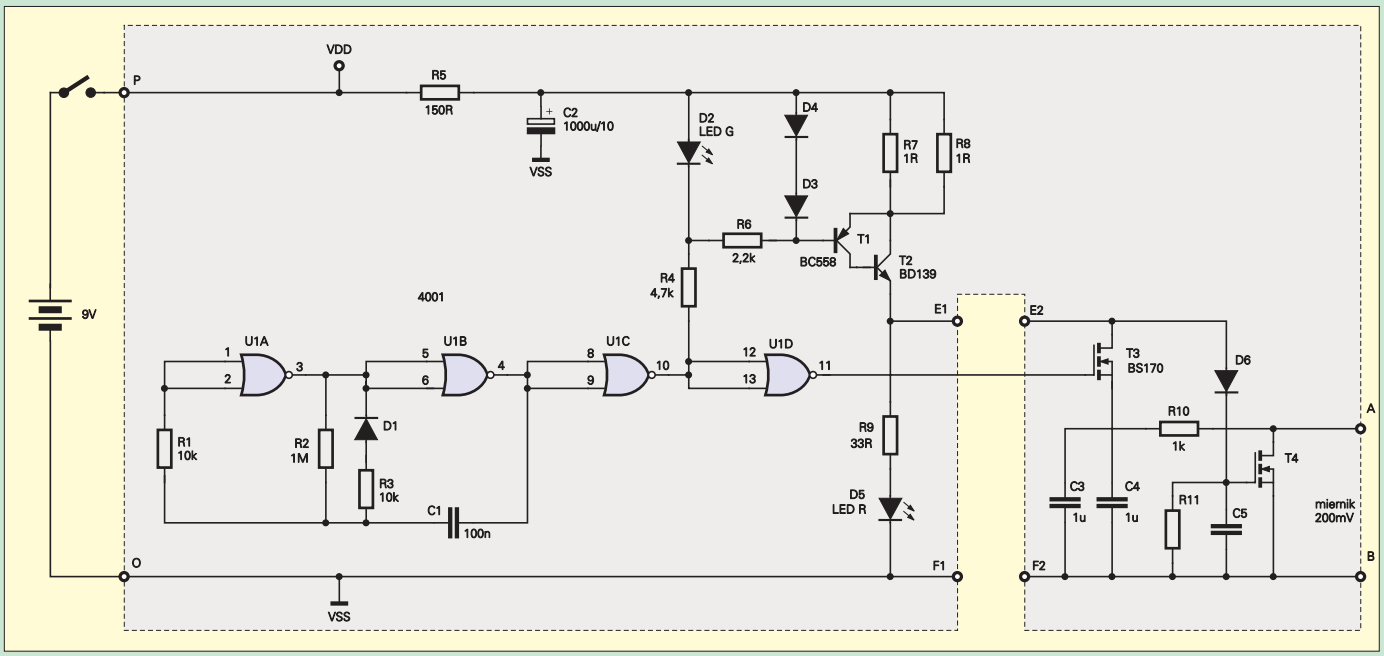
Szczerze mówiąc, opis procedury na papierze jest bardziej skomplikowany, niż praktyka. Kto raz weźmie podobny wykrywacz zwarć do ręki i przeprowadzi eksperyment, na przykład łącząc ze sobą dwa obwody na płytce drukowanej i „szukając" zwarcia, momentalnie zrozumie o co w tym chodzi i doceni zalety opisywanego przyrządu.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazano na rysunku 1. Na pierwszy rzut oka wygląda dość dziwnie, ale nie ma tu żadnych skomplikowanych obwodów.

Przede wszystkim należy poznać zasadę działania przyrządu. Pomiar bardzo małych rezystancji z dobrą rozdzielczoś-

Rys. 1. Schemat ideowy



cią dokonywany jest przez pomiar spadku napięcia na tej rezystancji przy przepływie dużego prądu. Wartość tego prądu wynosi ni mniej ni więcej tylko 1 amper! Jest to możliwe przy zasilaniu układu z małej baterii 9-woltowej, a to dzięki impulsowemu sposobowi pomiaru. Tak duży prąd płynie tylko przez krótki czas, natomiast przez większość czasu prąd nie płynie. Za włączanie prądu odpowiedzialny jest generator z bramkami U1A i U1B z układu CMOS 4001. Częstotliwość generatora nie jest krytyczna. Dzięki obecności diody D1 i rezystora R3, przebiegiem wyjściowym generatora nie jest przebieg prostokątny o wypełnieniu 50%, tylko dodatnie szpilki. Czas trwania szpilki wynosi mniej więcej 0,01 okresu generatora. W ten sposób przy wartości prądu w impulsie równej 1A, średni pobór prądu z baterii wynosi około 10mA, co nawet dla zwykłej baterii 6F22 nie jest dużym obciążeniem. Warto jednak zauważyć, że duży prąd nie jest pobierany wprost z baterii (uniemożliwiłaby to jej duża rezystancja wewnętrzna), tylko z kondensatora C2, który tu jest jakby pomocniczym źródłem zasilania o dużej wydajności.

W każdym razie dodatnie szpilki z wyjścia generatora przez odwracającą bramkę U1C uruchamiają źródło prądowe, zbudowane z tranzystorami T1 i T2. Zielona dioda LED D2 jest wstępnym stabilizatorem napięcia. Na rezystorach R7 i R8 napięcie w czasie wspomnianej szpilki wynosi około 0,5V. Przy odpowiednim dobraniu wypadkowej wartości R7 i R8 uzyskuje się wartość prądu w impulsie równą 1 amper.

W czasie normalnej pracy, punkty E1 i E2 są połączone (dając punkt E), podobnie jak punkty F1 i F2 (dające punkt F). Badaną małą rezystancję włącza się między punkty E i F. Przykładowo, na badanej rezystancji równej 0,065234Ω, podczas przepływu prądu pojawi się napięcie równe 65,234mV. Napięcie to należy zapamiętać i podać na woltomierz. Służą temu kondensatory C3 i C4 oraz tranzystor T3. W czasie, gdy prąd płynie przez badaną rezystancję, tranzystor T3 jest otwarty i kondensatory C3, C4 ładują się do napięcia występującego na badanej oporności. Gdy prąd przestanie płynąć, tranzystor T3 zostanie zamknięty, ale na kondensatorach pozostanie „zapamiętane" napięcie. Napięcie to na bieżąco podawane jest do woltomierza, dołączonego do punktów A i B. Koniecznie musi to być woltomierz cyfrowy na zakresie 200mV. Po pierwsze chodzi o to, by miał on dużą rezystancję wewnętrzną, by kondensatory C3 i C4 nie rozładowały się zbyt szybko przez tę rezystancję (cyfrowe multimetry mają zwykle rezystancję wejściową równą 10MΩ). Po drugie, woltomierz musi mieć dobrą rozdzielczość. Na przykład mierząc przykładowe napięcie 65,234mV na zakresie 200mV, uzyska się odczyt 65,2mV, co da rozdzielczość równą 0,1 milioma!!! Nie inaczej, tylko 0,0001Ω. I tu jasno widać, że przyrząd naprawdę jest w stanie wykryć niewielkie zmiany oporności, występujące na długości ścieżki czy przewodu.

Wyjaśnienia wymaga obecność diody D5 i rezystora R9. Dioda D5 świeci się tylko wtedy, gdy punkty E i F są rozwarte. Przy włączeniu badanej małej rezystancji dioda ta zgaśnie.

Występujące na schemacie elementy T4, C5, D6 i R11 przewidziane były do obwodu zabezpieczenia. W praktyce okazało się, że są one niepotrzebne i elementów tych nie trzeba montować.

Przyrząd nadaje się do pomiaru rezystancji nie większych niż 0,3Ω. Teoretycznie zakres pomiarowy powinien sięgać około 1,5Ω (dopóki nie zacznie przewodzić dioda D5). Trzeba jednak pamiętać, że tranzystory MOSFET mają dodatkową pasożytniczą strukturę – diodę włączoną anodą do źródła, katodą do drenu. W czasie, gdy przez badaną rezystancję nie płynie prąd, napięcie na niej jest równe zeru i kondensatory, które w czasie przepływu prądu zostaną naładowane do napięcia większego niż 0,4V, zostałyby przez tę diodę rozładowane mniej więcej do 0,4V. Właśnie z tego względu, przyrządem nie można mierzyć rezystancji większych niż 0,3Ω, bo odczyt dołączonego woltomierza obarczony byłby dużym błędem.

Wykaz elementów

Rezystory
R1,R3: 10kΩ
R2: 1MΩ
R4: 4,7kΩ
R5: 150Ω
R6: 2,2kΩ
R7,R8: 1Ω
R9: 33Ω
R10: 1kΩ lub zwora

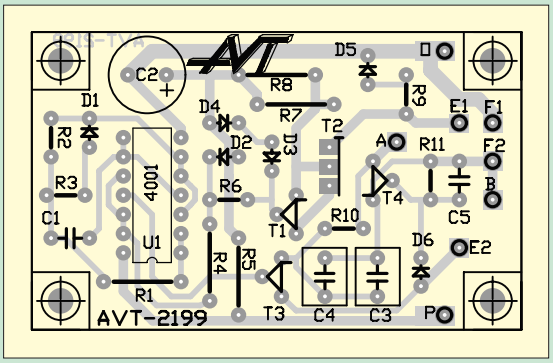
Kondensatory
C1: 100nF
C2: 1000µF/10V
C3,C4: 1µF

Półprzewodniki
D1,D3,D4: 1N4148
D2: LED zielona
D5: LED czerwona
T1: BC558B
T2: BD139
T3: BS170
U1: 4001

Pozostałe
T4,C5,D6,R11: nie montować

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej pokazanej na **rysunku 2**. Montaż nie powinien sprawić trudności. Kolejność lutowania jest dowolna, jedynie układ scalony i tranzystor T3 należy wlutować na końcu.



Rys. 2. Schemat montażowy

Dla początkujących zagadką może być występowanie na płytce oddzielnych punktów E1 i E2 oraz F1 i F2.

Ponieważ przyrząd przeznaczony jest do pomiaru bardzo małych rezystancji, warto uwzględnić i wyeliminować wpływ rezystancji przewodów, ścieżek i połączeń wykrywacza, która dodałaby się do badanej rezystancji.

Aby wyeliminować wpływ rezystancji przewodów zastosowano pomiar czteropunktowy. **Rysunek 3** przedstawia zasadę pomiaru czteropunktowego. Czerwonym kolorem zaznaczono obwód, w którym płynie duży prąd (1A). Jeśli przewody pomiarowe (czy sygnałowe, dołączone do punktów E2, F2) zostaną połączone do końcówek sond, to wyeliminowany zostanie wpływ rezystancji przewodów „prądowych", dołączonych do punktów E1 i E2. w kondensatorach C3, C4 zostanie zapamiętane napięcie występujące na badanej rezystancji, a nie suma tego napięcia ze spadkami napięć na przewodach. Rezystancja przewodów prowadzących od punktów E1 i F1 do sond może być większa od badanej rezystancji.

Dla zmniejszenia rezystancji styku między sondą a mierzonym obiektem, należy zastosować sondy z ostrymi czubkami. Sondy w miarę możliwości nie powinny być wykonane z miękkiej miedzi, tylko z jakiegoś twardszego stopu (mosiądz, brąz, itp.). W modelu wykorzystano szpilki pochodzące z krosownicy jakiegoś urządzenia telekomunikacyjnego.

Fotografia modelu pokazuje, jak czteropunktowy pomiar zrealizowano w praktyce. Brązowe przewody (prądowe) dołączone są do punktów E1, F1, natomiast czerwone przewody sygnałowe, dolutowane blisko czubków sond, dołączone są do punktów E2, F2.

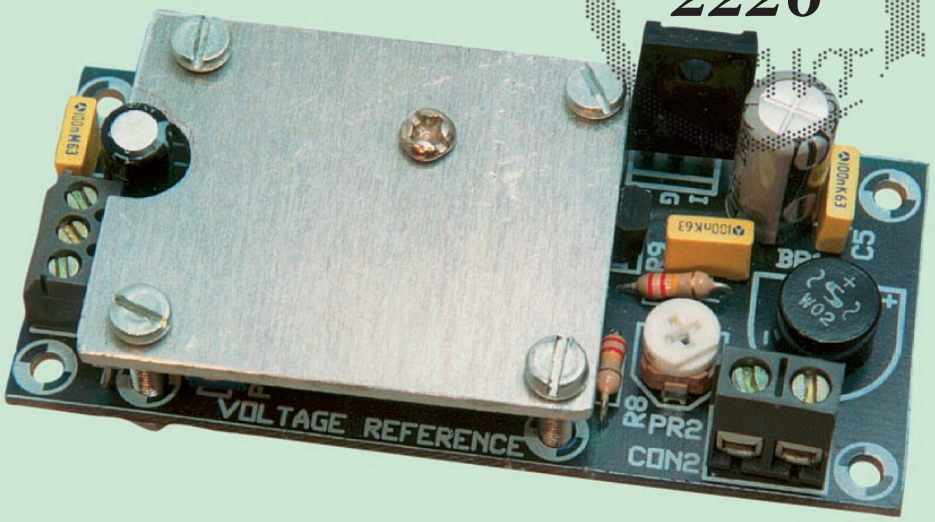
c.d. na str. 58

Źródło napięcia odniesienia

Kit 2226

Do czego to służy?

Chciałbym zaproponować Czytelnikom EdW budowę urządzenia wyjątkowo prostego, a przy tym spełniającego wielce użyteczną rolę. Nie ma chyba elektronika, który nigdy nie skonstruowałby, mniej lub bardziej dokładnego woltomierza. Najczęściej są to przyrządy budowane w oparciu o dwa układy: ICL7107 – 7106 i ICL7135. Spełniają one różne role, pracują zgodnie ze swoim podstawowym przeznaczeniem jako woltomierze, ale także bywają „sercem" innych przyrządów pomiarowych. W oparciu o miliwoltomierz możemy zbudować i budujemy mierniki rezystancji, prądu i pojemności oraz przyrządy służące do pomiaru wartości nieelektrycznych, takie jak np. termometry.



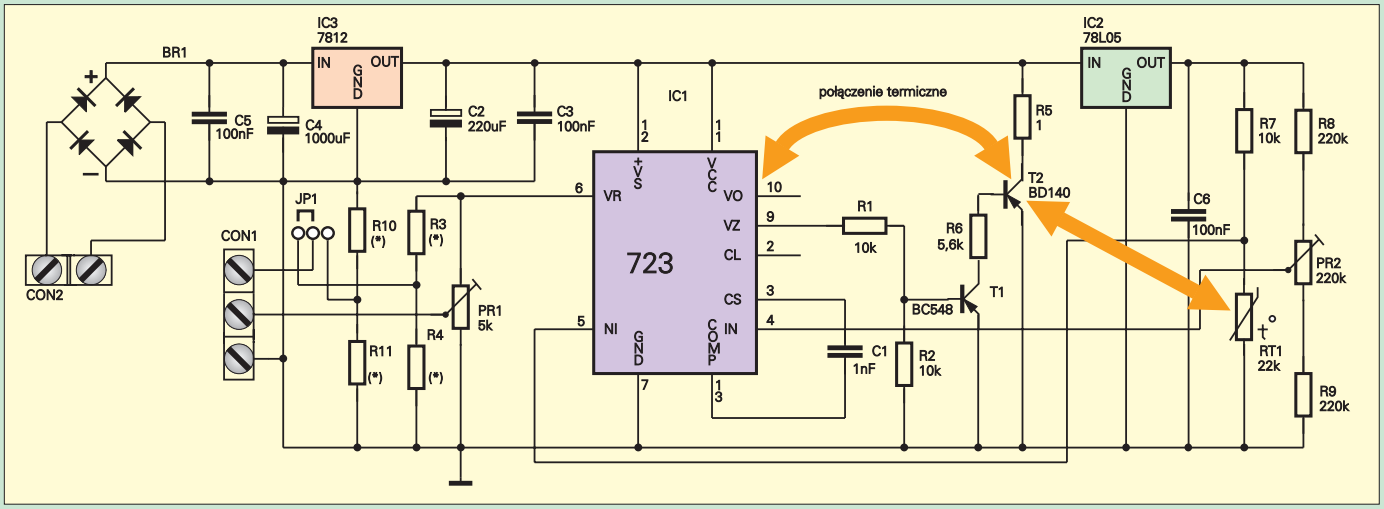
W każdym przypadku zbudowany miliwoltomierz musimy sprawdzić i wykalibrować. W opisach budowy miliwoltomierzy najczęściej spotykamy sformułowania następującego rodzaju: „Za pomocą potencjometru montażowego PRxx ustawiamy napięcie 100mV pomiędzy i na tym kończymy regulację naszego przyrządu". Wszystko dobrze, ale za pomocą jakiego miernika mamy ustawić to napięcie? Może za pomocą miernika uniwersalnego 3,5 cyfry wyprodukowanego przez bliżej nieznanego producenta z Tajwanu? To zakrawa na kpiny: budujemy woltomierz 4,5 cyfry, a jego kalibracji dokonujemy za pomocą przyrządu pomiarowego o dwie klasy gorszego! Nie każdy ma możliwość stałego korzystania z laboratoryjnych woltomierzy cyfrowych klasy 5 lub więcej cyfr, ale wielu z nas może uzyskać choć chwilowy dostęp do przyrządu przyzwoitej klasy. Dla nich właśnie przeznaczony jest proponowany układ.

Wykonany wielkim nakładem sił i środków woltomierz możemy najczęściej skalibrować za pomocą dobrze znanego i niezmiennego źródła napięcia odniesienia. Nie musi to być napięcie dokładnie równe np. 1000mV, wystarczy dowolne napięcie, którego wartość znamy i mamy pewność, że nie uległo ono jakimkolwiek zmianom. Takich źródeł napięcia odniesienia jest wiele, wystarczy tu wspomnieć popularne układy typu LM385. Mają one jednak jedną wadę: zależność napięcia wyjściowego od temperatury struktury układu. W większości zastosowań ta wada nie ma większego znaczenia, nie jednak wtedy, kiedy potrzebujemy wyregulować woltomierz wysokiej klasy.

Poszukując źródła napięcia odniesienia, które mogłoby posłużyć do kalibracji woltomierzy dobrej klasy przejrzałem wiele katalogów. Owszem, kilka firm oferuje „referencje" spełniające nasze wymagania, ale są to układy z reguły bardzo kosztowne i trudno osiągalne. Kiedy już miałem zaniechać dalszych poszukiwań, z pomocą przyszedł mi jeden z Kolegów redakcyjnych. „Zaraz, zaraz, chyba zapomniałeś o jednym z „koni pociągowych" elektroniki, sędziwym, lecz jak „Babcia" Tina Turner po wsze czasy młodym: µA723! Napięcie odniesienia tego skonstruowanego ponad ćwierć wieku temu układu uchodzi za jedno z najlepszych, jakie kiedykolwiek wykonano."

Podchwyciłem temat i rezultatem tego jest układ, który pozwalam sobie Wam zaprezentować. Szczerze namawiam do jego wykonania, ponieważ potrzebne do jego budowy elementy możecie zakupić dosłownie za grosze w dowolnym sklepie z częściami elektronicznymi. Montaż układu nie jest zbyt skomplikowany i nie zajmie Wam więcej niż 1 2 godzin. Jedynym, poważnym utrudnieniem na jakie napotkacie będzie konieczność skorzystania z woltomierza cyfrowego bardzo dobrej klasy, co najmniej 5-cyfrowego.

Rys. 1. Schemat elektryczny



Zachwalana, dobra stabilność temperaturowa napięcia odniesienia układu 723 bynajmniej mnie nie zadowoliła. Postaramy się osiągnąć jeszcze lepsze parametry: zastosujemy w naszym urządzeniu termostat, który będzie utrzymywał stałą temperaturę kostki 723, zawsze wyższą od temperatury otoczenia. Kolejnym problemem na jaki napotkamy to zbyt wielka, jak do kalibracji woltomierzy, wartość napięcia odniesienia układu 723. Zastosujemy więc dzielnik napięcia zbudowany z rezystorów precyzyjnych, metalizowanych. Wartość tych rezystorów nie będzie krytyczna, co zmniejszy kłopoty związane z ich zdobyciem.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu został przedstawiony na **rysunku 1**. Sama kostka 723 była wyczerpująco opisana w „Najsłynniejszych aplikacjach" w EdW 12/97.

723 -ka została w naszym układzie całkowicie wykorzystana. Najważniejszym jej elementem jest dla nas oczywiście źródło napięcia odniesienia, ale wykorzystamy także wbudowany w jej strukturę wzmacniacz błędu. Niewykorzystany zostania jedynie układ ograniczenia prądowego, dla którego nie potrafiłem wymyślić jakiegokolwiek zastosowania.

Tak nas interesujące napięcie odniesienia wyprowadzone jest na końcówkę VR (Voltage Reference). Stamtąd doprowadzone jest do trzech dzielników napięcia zbudowanych z rezystorów precyzyjnych R3, R4, R10 i R11 oraz z potencjometru montażowego PR1. Wartości rezystorów precyzyjnych nie są krytyczne i powinny zostać dobrane tak, aby na jednym z dzielników otrzymać napięcie trochę około 1000mV, a na drugim ok. 100mV. Te wartości są najwygodniejsze do kalibrowania mierników o podstawowym zakresie 1,9999V (lub 1,999V) i 199,9mV które najczęściej budujemy wykorzystując układy ICL. Oczywiście, nic nie stoi na przeszkodzie aby zastosować dzielniki napięcia o innych parametrach, wygodnych dla użytkownika przyrządu.

Dzielnik napięcia z potencjometrem montażowym został dodany jedynie na wszelki wypadek, do doraźnego ustawiania trzeciego poziomu napięcia. Mierna stabilność czasowa i termiczna popularnych HELLITRIM-ów nie gwarantuje zachowania ustawionej wartości napięcia przez dłuższy okres czasu.

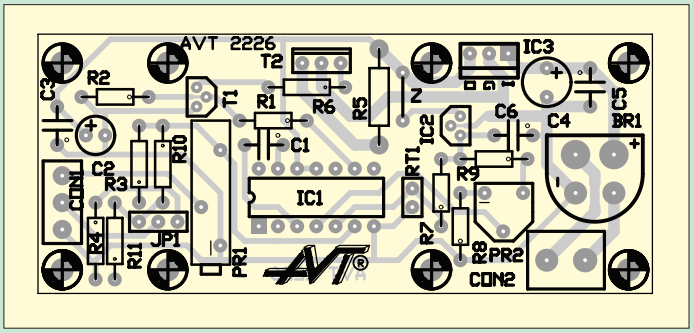
Przejdźmy teraz do drugiej części układu, która zbudowana została z wykorzystaniem wzmacniacza błędu wbudowanego w strukturę 723. Wzmacniacz ten porównuje ze sobą dwa napięcia: jedno uzyskiwane z dzielnika zbudowanego z rezystora R7 i termistora RT1 i drugie, wytwarzane przez dzielnik R8, potencjometr montażowy PR2 i R9. Napięcie uzyskiwane z pierwszego dzielnika zależne jest od temperatury termistora RT1, który w wykonaniu praktycznym układu znajduje się w takich samych warunkach termicznych jak IC1. Jeżeli napięcie na końcówce NI IC 1 okaże się niższe niż napięcie na końcówce IN, co oznacza spadek temperatury poniżej ustawionej za pomocą PR2 wartości, to wysterowany zostanie tranzystor T1 polaryzując bazę tranzystora T2. Tu wielu Czytelników ogarnęła z pewnością zgroza: przecież to totalna, piękna katastrofa! Tranzystor T2 spowoduje zwarcie zasilania i tylko dym pójdzie z twojego układu, drogi autorze! Nic podobnego, wartość rezystora R6 polaryzującego bazę tego tranzystora została tak dobrana, że przez T2 będzie płynął prąd o wartości ok. 0,5A. Jedyną bowiem funkcją spełnianą przez tranzystor T2 jest podgrzewanie płytki termostatu. Tak barbarzyńsko potraktowany tranzystor spełnia jednak swoje zadanie doskonale. Prawie całe wytwarzane ciepło przekazywane jest bez rozpraszania w atmosferę do płytki termostatu. Nie bez znaczenia jest też mała bezwładność cieplna wykorzystanego jako grzałka tranzystora.

Pozostała część układu to typowo wykonane stabilizatory napięcia, zasilające układ IC1 i grzałkę termostatu i dzielniki napięcia. Jumper JP1 wykorzystujemy przy wyborze napięcia wyjściowego dostarczanego z jednego z dwóch dzielników rezystorowych.

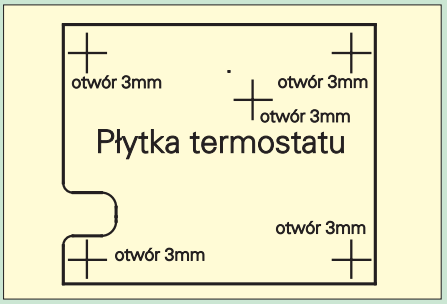
Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 2** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej i rozmieszczenie na niej elementów. Montaż większości podzespołów wykonujemy w typowy sposób, rozpoczynając od elementów o najmniejszych gabarytach. Na razie nie lutujemy termistora, tranzystora T2 i innych elementów, których wysokość mogłaby być większa od wysokości IC1 włożonego w podstawkę. Po wlutowaniu części elementów i umieszczeniu 723 w podstawce wkładamy termistor RT1 w przeznaczone dla niego otwory lutownicze i całość kładziemy elementami w dół na gładkiej powierzchni. Dopiero teraz lutujemy wyprowadzenia RT1, uważając, aby znalazł się on dokładnie w takiej samej płaszczyźnie jak grzbiet kostki IC1.

Rys. 2. Schemat montażowy



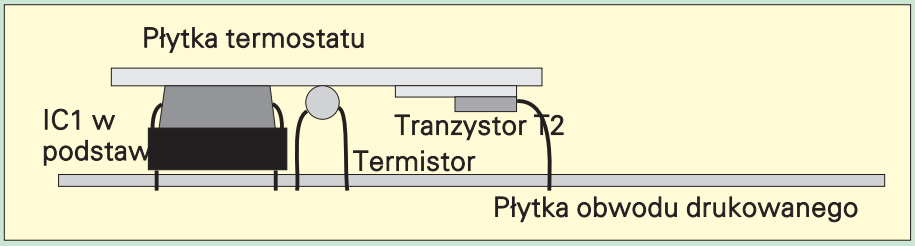
Możemy teraz zamontować pozostałe elementy i postarać się o kawałek blachy miedzianej lub duralowej o wymiarach i kształcie pokazanych na **rysunku 3**, która będzie służyła jako płytka termostatu. Zgodnie z tym rysunkiem wykonujemy w blasze odpowiednie otwory i przykręcamy do niej tranzystor – grzałkę T2, nie zapominając o posmarowaniu go silikonową pastą przewodzącą ciepło. Taką samą pastę nanosimy grubą warstwą na grzbiet kostki 723 i na termistor RT1.



Rys. 3.

Możemy teraz przystąpić do ostatniego etapu montażu. Płytkę termostatu składamy z płytką obwodu drukowanego przeprowadzając końcówki lutownicze tranzystora T2 przez otwory w właściwych punktach lutowniczych. Obie płytki skręcamy ze sobą za pomocą czterech śrubek M3 z nakrętkami i dopiero teraz lutujemy końcówki tranzystora T2. Na **rysunku 4** został pokazany szkic rozmieszczenia elementów pomiędzy płytkami.

Pozostałą nam jeszcze jedna czynność do wykonania: kalibracja układu do kalibracji woltomierzy. Jak już wspomniałem, do wykonania tej czynności koniecznie potrzebny będzie woltomierz bardzo wysokiej klasy. Kalibracja za pomocą popularnych mierników uniwersalnych nie miałaby najmniejszego sensu. Wielu Czytelników z pewnością zapyta, czy nie można by było po prostu obliczyć wartości napięć wyjściowych? Przecież napięcie referencyjne 723 jest stałe i znane! Niestety, nie jest aż tak dobrze. To fakt, że napięcie odniesienia kostek 723 jest stałe, niezmienne w czasie i słabo zależne od temperatury, ale odnosi się to do jednej serii produk-



Rys. 4.

cyjnej danego producenta. W zależności od serii i producenta napięcie to może zawierać się w przedziale 7,1...7,3V, co powoduje konieczność pomiaru napięć wyjściowych układu. Pomiarów najlepiej dokonać po dłuższym okresie wygrzewania układu, nawet po kilkudniowym. Należy też pamiętać, że nasz układ jest gotowy do pracy dopiero po ok. 1 min od włączenia zasilania.

Pozostałą jeszcze do omówienia sprawa wartości temperatury, do jakiej ma się rozgrzewać płytka termostatu i co za tym idzie układ scalony IC1. Musi to być temperatura w każdym przypadku wyższa, niż przewidywana temperatura pomieszczenia, w którym dokonywać będziemy sprawdzania woltomierzy. Należy sądzić, że w naszym klimacie odpowiednia będzie temperatura ok. 40...45^{O}C, którą ustawimy za pomocą potencjometru montażowego PR2. Do wykonania tej czynności nie będzie nam oczywiście, potrzebny termometr. Wystarczy „pomiar" temperatury dokonany za pomocą dotknięcia palcem: płytka termostatu powinna być wyraźnie gorąca, ale nie może parzyć.

Układ powinien być zasilany ze źródła napięcia stałego 15...20VDC lub przemiennego 11...15VAC o wydajności prądowej ponad 0,5A.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2226.

Wykaz elementów

Rezystory
PR1: potencjometr montażowy Helitrim 5kΩ
PR2: potencjometr montażowy miniaturowy 220kΩ
R8,R9 : 220kΩ
RT1: ok. 22kΩ/20°C
R1, R2, R7: 10kΩ
R3: objaśnienie w tekście
R4: objaśnienie w tekście
R10: objaśnienie w tekście
R11: objaśnienie w tekście
R5: 1Ω
R6: 5,6kΩ

Kondensatory
C1: 1nF
C2: 220µF/16
C5, C3: 100nF
C4: 1000µF/25
C6: 100nF

Półprzewodniki
BR1: mostek prostowniczy 1A
IC1: uAA723 (LM723 lub inny odpowiednik)
IC2: 78L05
IC3: 7812
T1: BC548 lub odpowiednik
T2: BD140

Pozostałe
CON1: ARK3 miniaturowe
CON2: ARK2
JP1 3 goldpiny + jumper

Ekonomiczny wykrywacz zwarć *(c.d. ze str. 55)*

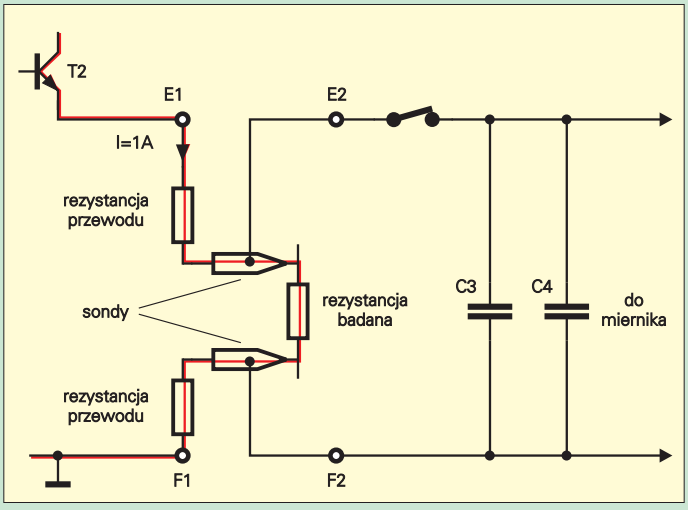
Taki pomiar czteropunktowy wcale nie jest jednak konieczny. Kto chce, może zewrzeć na płytce punkty E1 z E2 oraz F1 z F2 i zastosować pojedyncze przewody prowadzące do sond. Wskazania dołączonego miernika będą większe, bo do rezystancji badanej dojdzie rezystancja przewodów i sond. Ilustruje to rysunek 4.

Podczas prób okazało się, że w egzemplarzu modelowym prąd pracy wynosi około 0,85A i wyniki pokazywane na wyświetlaczu dołączonego woltomierza nie odpowiadają ściśle wartości mierzonej rezystancji. Aby uzyskać prąd równy 1A należałoby dokładnie dobrać wartości rezystorów R7 i R8 (dodać kolejny rezystor równolegle do R7 i R8). W praktyce takie dobieranie wcale nie jest konieczne, bo podczas wyszukiwania zwarcia nie chodzi o poznanie dokładnej wartości badanej rezystancji, tylko o znalezienie miejsca o najmniejszej oporności.

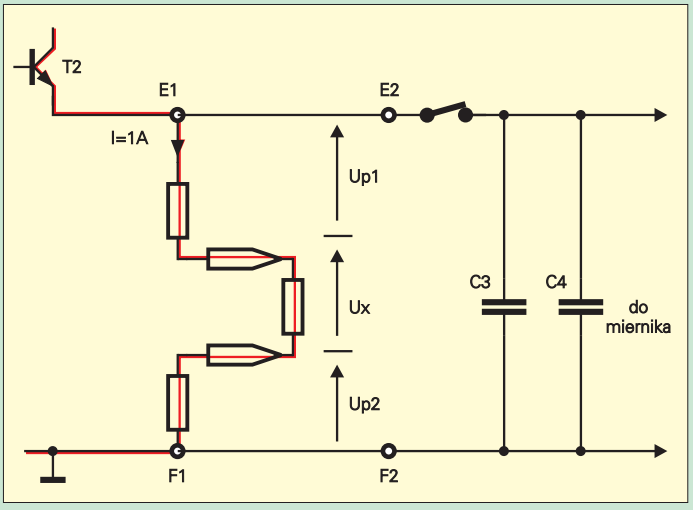
Model pobiera w czasie pomiaru prąd równy 13mA, a przy braku rezystancji mierzonej, czyli rozwarciu sond, gdy świeci dioda D5, pobór prądu wynosi 3mA.

Piotr Górecki
Zbigniew Orłowski

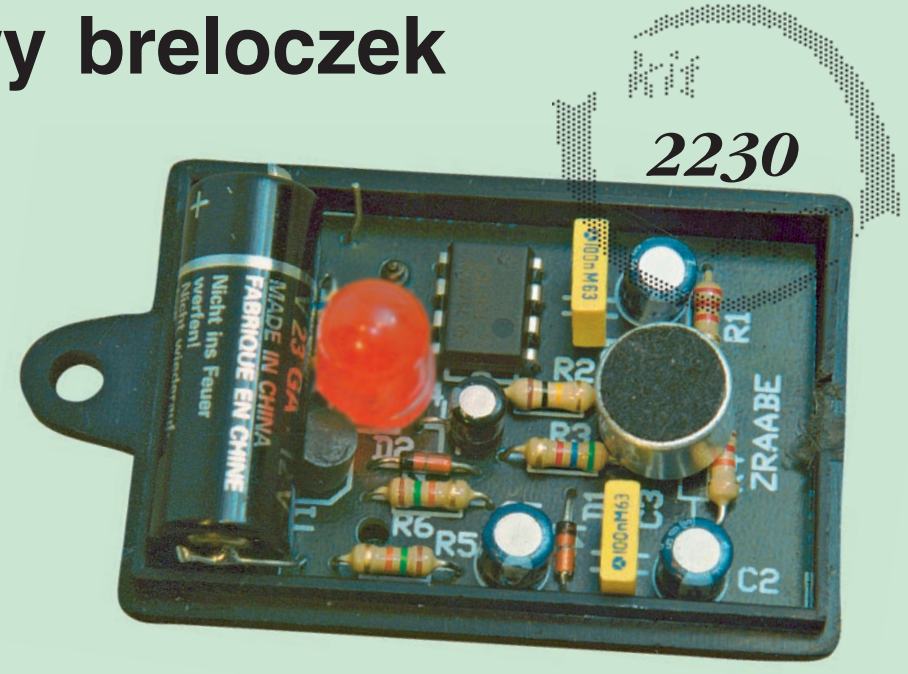
Rys. 3. Zasada pomiaru czteropunktowego



Rys. 4. Wpływ rezystancji przewodów



Dyskotekowy breloczek



Do czego to służy?

Odpowiedź na to pytanie jest prosta i jednoznaczna: wyłącznie do zabawy. Układ, z którym za chwilę się zapoznamy nie realizuje jakichkolwiek wzniosłych celów, nie ma „wysokich walorów edukacyjnych" i chyba niczego nowego podczas jego budowy się nie nauczymy. Proponowany układ powstał całkowicie przypadkowo. Nie miałem najmniejszego zamiaru robić, przynajmniej na razie, kolejnej zabaweczki, ale podczas budowy radiowego pilota do zdalnego sterowania (opis w jednym z najbliższy numerów Elektroniki Praktycznej) przyszedł mi do głowy śmieszny pomysł. W obudowę pilota, na miejsce przycisku normalnie służącego do jego uruchamiania włożyłem, ot tak sobie, zupełnie bezmyślnie, diodę LED. Wyglądało to całkiem ładnie i pomyślałem, że można wykorzystać tą obudowę do zupełnie innego celu, niż do jakiego była przeznaczona. Efektem mozolnej pracy konstruktorskiej, która później nastąpiła jest właśnie ta śmieszna zabaweczka, mogąca być dość efektowną broszką przygotowaną specjalnie na dyskotekowe szaleństwo.

Proponowany układ, wbudowany w malutką obudowę od pilota potrafi tylko jedno: generować błyski światła w momencie usłyszenia silniejszych dźwięków. Jeżeli więc będzie on elementem stroju przygotowanego na dyskotekową zabawę, to jego posiadaczka stanie się jednocześnie właścicielką prywatnej „mini iluminofonii", przyczepionej do paska lub zawieszonej na szyi jako śmieszny breloczek. Płytka drukowana została, jak już wspomniałem zwymiarowana pod obudowę od pilota od alarmów samochodowych, ale nic nie stoi na przeszkodzie aby umieścić układ w innej obudowie, np. wewnątrz maskotki lub innego przedmiotu.

Układ zaprojektowany został z wykorzystaniem tanich i ogólnie dostępnych elementów. Nie wymaga jakiejkolwiek regulacji ani uruchamiania i może zostać wykonany nawet przez „elektronicznych przedszkolaków".

Jak to działa?

Na **rysunku 1** został pokazany schemat elektryczny proponowanego układu. Jak widać, jest on dziecinnie prosty i tłumaczenie zasady jego działania może wręcz ubliżać wiedzy większości Czytelników, których proszę o opuszczenie tego fragmentu artykułu.

Sercem układu jest „dyżurny" wzmacniacz operacyjny typu TL081, który może zostać zastąpiony przez dowolny inny standardowy wzmacniacz, nawet przez muzealną „siedemset czterdziestkę jedynkę". Zadaniem wzmacniacza operacyjnego jest wzmacnianie sygnału pochodzącego z mikrofonu elektretowego M1. Wzmocniony sygnał zostaje następnie poddany detekcji w układzie zbudowanym z diod D1 i D2 oraz kondensatora C5. W momencie kiedy kondensator naładuje się do napięcia ok. 1,2V, baza tranzystora T1 zostaje spolaryzowana i dioda D3 zaczyna świecić. Ponieważ zakładamy że układ znajduje się w obszarze o zmiennym natężeniu dźwięku, dioda LED będzie migotać w takt muzyki lub miłosnych wyznań „szeptanych" doniosłym głosem.

c.d. na str. 61

Wykaz elementów

Rezystory
- R1: 2,2kΩ
- R2: 100kΩ
- R3: 5,6kΩ
- R4: 12kΩ
- R6, R5: 15kΩ
- R7: 680Ω

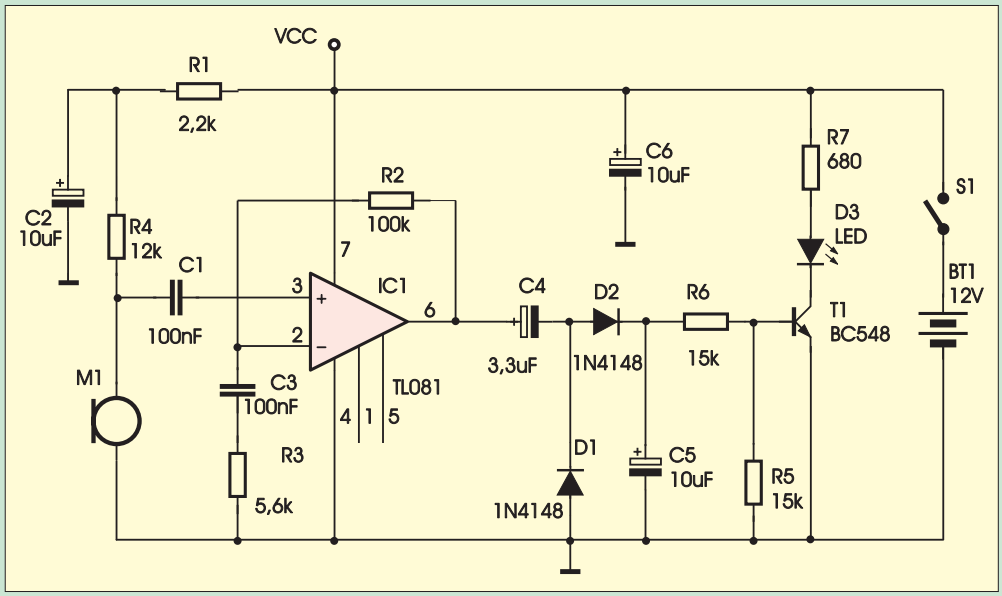
Kondensatory
- C1, C3: 100nF
- C2, C5*, C6: 10µF/10 (miniaturowy)
- C4: 3,3µF/10 (miniaturowy)

Półprzewodniki
- D1, D2: 1N4148 lub odpowiednik
- D3: czerwona dioda LED f8mm
- IC1: TL081 lub odpowiednik
- T1: BC548 lub odpowiednik

Pozostałe
- S1: 46
  przełącznik hebelkowy miniaturowy
  Obudowa typu KM-14N

Uwaga! W celu doboru „bezwładności" diody LED warto zmienić wartość C5.

Rys. 1. Schemat ideowy



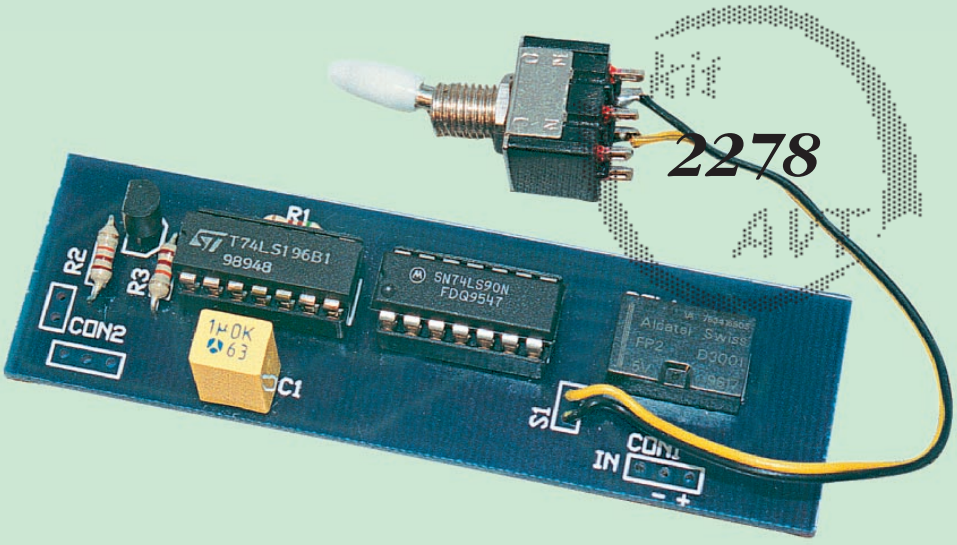
Preskaler do miernika częstotliwości AVT-2235

Do czego to służy?

Proponowany układ jest z pewnością jednym z najprostszych, jakie kiedykolwiek pozwoliłem sobie zaprezentować moim Czytelnikom. Pomimo tej prostoty jest to układ w pełni funkcjonalny, znacznie rozszerzający możliwości miernika częstotliwości AVT .

Z miernika częstotliwości AVT–2235 w zasadzie byłem bardzo zadowolony. Konstrukcja „wyszła" mi całkiem zgrabna, malutki przyrząd nie wymagał ani wielkich nakładów pracy, ani też zdobywania trudno dostępnych i drogich części. Niestety, przyrząd ten posiada jedną, w przypadku miernika częstotliwości dość istotną wadę: niejednokrotnie zbyt mały zakres pomiarowy: tylko do 1MHz. To prawda, że w przypadku dokonywania pomiarów większości prostych układów cyfrowych jest to wartość wystarczająca. W wielu przypadkach, kiedy badana częstotliwość jest nam mniej więcej znana możemy poradzić sobie bez rozszerzania zakresu pomiarowego. Jeżeli np. wiemy, że mierzona częstotliwość zawiera się w zakresie 1 2MHz, a nasz miernik pokaże wynik wynoszący np. 123456, to z dużym prawdopodobieństwem możemy przyjąć, że wartość zmierzona wynosi 1,123456MHz. Zgodzimy się jednak wszyscy, że taka „metoda" dokonywania pomiarów nie przystoi, obiecującym adeptom pięknej sztuki konstruowania układów elektronicznych. Co zatem wypada uczynić? Budować nowy miernik z powiększonym zakresem? Nie, nie sądzę aby miało to sens. Budowa miernika częstotliwości a wyświetlaniem 8–o cyfrowym jest całkowicie możliwa, ale możliwości takiego przyrządu pozostałyby najczęściej nie wykorzystane. W większości przypadków, przy pomiarach częstotliwości rzędu kilkudziesięciu MHz odczyt dziesiątek i jednostek nie ma najmniejszego znaczenia i dwie „najmłodsze", najczęściej stale migające cyfry tylko denerwowałyby Użytkownika takiego przyrządu pomiarowego.

A zatem nie musimy budować nowego układu miernika częstotliwości i pozostaniemy przy już wykonanym. Pomyślmy tylko, jak rozszerzyć jego możliwości.



Najprostszą i ogólnie znaną metodą rozszerzenia zakresu pomiarowego miernika częstotliwości jest zastosowania tzw. preskalera. Dla wyjaśnienia tego pojęcia posłużymy się prostym porównaniem. Z pewnością każdy z Was wie, jak można zmienić zakres pomiarowy woltomierza, normalnie pracującego na zakresie np. 200V. Wystarczy na jego wejściu dodać wstępny dzielnik napięcia z rezystorami o wartościach w stosunku 1:10 i już mamy woltomierz o zakresie 2000V! Taki dzielnik napięcia jest też swojego rodzaju preskalerem, zmieniającym użyteczny zakres przyrządu pomiarowego. W przypadku miernika częstotliwości sprawa ma się podobnie: aby uzyskać zakres pomiarowy do 10MHz wystarczy wstępnie podzielić badaną częstotliwość przez 10. Zakres do 100MHz otrzymamy przy podziale badanej częstotliwości przez 100, a częstotliwości rzędu gigaherców możemy mierzyć po zastosowaniu preskalera 1:1000.

Tak problem konstrukcyjny z pozoru wygląda na bardzo prosty. Zostawmy w spokoju gigaherce i zadowolimy się możliwością dokonywania pomiarów częstotliwości w zakresie do 100MHz. Wystarczy zatem dobudować do naszego układu dwa liczniki dekadowe, prosty przełącznik służący wybieraniu stopnia podziału i po kłopocie. To prawda, ale tylko w połowie. Nie ma najmniejszego problemu z znalezieniem licznika dziesiętnego, który pracowałby bez problemów z częstotliwością do 10MHz. Sprawa komplikuje się przy wyższych częstotliwościach. Oczywiście, budowane są dzielniki częstotliwości sprawnie działające nawet przy częstotliwościach rzędu gigaherców, ale są to elementy bardzo drogie i trudno osiągalne. Nam potrzebny jest licznik modulo 10, który będziemy mogli zakupić w każdym sklepie z częściami elektronicznymi, najlepiej kostka z którejś z znanych rodzin TTL lub CMOS. Zabrałem się za wertowanie katalogu układów TTL firmy Texas Instruments i prawie natychmiast znalazłem potrzebny układ. Jest nim licznik dziesiętny typu 74S196! Kostka ta występuje w trzech odmianach: standard, S i LS, a jej wyprowadzenia zostały pokazane na **rysunku 1**. Najbardziej interesuje nas gwarantowana przez producenta maksymalna częstotliwość, z jaką te układy mogą pracować (patrz **tabela 1**).

A zatem mamy już to, o co nam chodziło. Kostka 74196 zawiera w swojej strukturze, podobnie jak popularna 7490, dwa liczniki: modulo 2 i modulo 5, które po kaskadowym połączeniu dadzą nam licznik mogący przyjąć na swoje wejście częstotliwości do 100MHz. Grzać to się będzie jak jasna cholera, prawie 400mW mocy traconej w kostce w obudowie DIL to nie bagatelka, ale działać będzie. Niestety, tak pięknie wyglądało to tylko w katalogu. Wydaje mi się, że układ 74196 w wersji „S" istniał tylko na papierze, ponieważ mimo usilnych starań nie mogłem go nigdzie kupić. Chyba coś tu komuś nie wyszło.

Rys. 1.

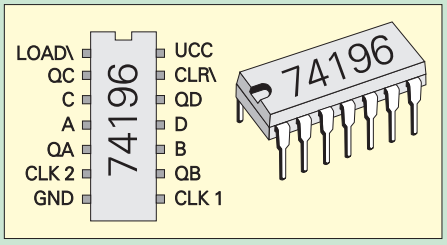
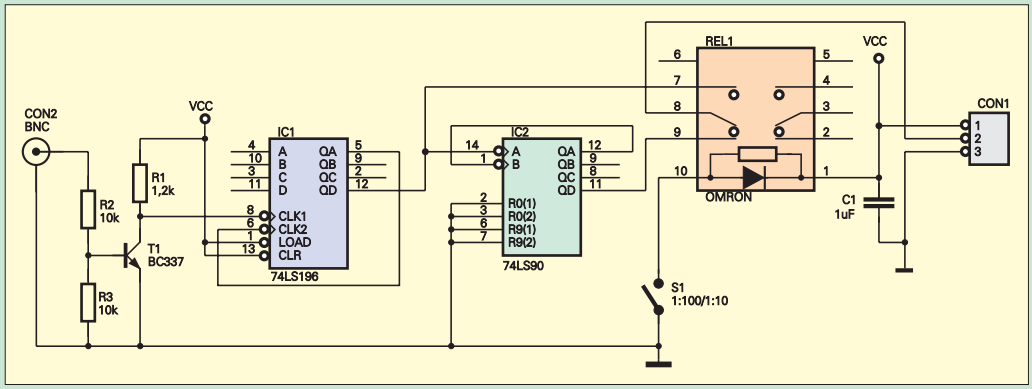


Tabela 1

Typ	CLOCK 1	CLOCK 2	Moc tracona
74196	0...50MHz	0...25MHz	240mW
74S196	0...100MHz	0...50MHz	375mW
74LS196	0...30MHz	0...15MHz	80mW



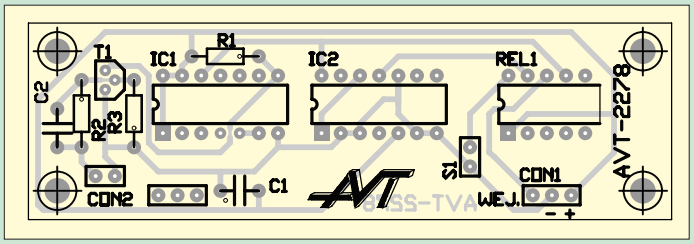
Rys. 2. Schemat ideowy

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 3** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej preskalera, wykonanej na laminacie jednostronnym oraz rozmieszczenie na niej elementów. Nie ma sensu rozwodzić się nad sposobem zmontowania typowego układu składającego się z dwóch układów scalonych. Warto jedynie wspomnieć, że na płytce drukowanej umieszczono dwa złącza: CON1 i złącze oznaczone jedynie prostokątem na stronie opisowej płytki, które służą do połączenia modułu preskalera z miernikiem częstotliwości. Połączenie to wykonamy za pomocą dwóch szeregów goldpinów kątowych, każdy po trzy piny. Złącze CON1 przekazuje do modułu preskalera napięcie zasilające i przenosi sygnał wejściowy, natomiast drugie złącze nie ma żadnej funkcji, poza mechanicznym ustabilizowaniem połączenia płytek.

Jako S1 zastosujemy przełącznik dźwigniowy dwupozycyjny, a jako wejście CON2 typowe gniazdko BNC.

Zbigniew Raabe



Rys. 3. Schemat montażowy

Jak to działa?

Schemat elektryczny modułu preskalera został przedstawiony na **rysunku 2**. Sygnał wejściowy podawany jest za pośrednictwem rezystora R2 na bazę tranzystora T1, który bezpośrednio steruje wejściem zegarowym pierwszego z liczników zawartych w strukturze układu 74196. Jest to „szybszy" licznik, pracujący modulo 2, z którego wyjścia sygnał podawany jest na wejście drugiego licznika, dokonującego dalszego podziału częstotliwości wejściowej, tym razem przez 5. Z wyjścia tego licznika częstotliwość podzielona przez 10 podawana jest na wejście dekady 74LS90, której zasady działania nie musimy chyba sobie przypominać.

Przekaźnik REL1 umożliwia wybranie potrzebnego stopnia podziału. W pozycji styków przekaźnika takiej, jak na rysunku na wyjście CON1 podawana jest częstotliwość podzielona przez 100. Po włączeniu przekaźnika za pomocą przełącznika S1 na wyjście modułu przekazany zostanie sygnał wejściowy podzielony przez 10.

To chyba wszystko, co można powiedzieć o działaniu tak niezwykle prostego układu!

Nie martwmy się jednak. Częstotliwość, którą możemy mierzyć przy zastosowaniu kostek 74196 serii Standard lub LS są też bardzo wysokie i miernik o takim zakresie zaspokoi z pewnością potrzeby wszystkich konstruktorów układów cyfrowych. Ponadto, praktyka wykazuje, że podane wyżej parametry są **gwarantowane przez producenta**, a rzeczywistości układy 74196 pracują poprawnie jeszcze przy nieco wyższych częstotliwościach. Układ modelowy, wykorzystujący „najgorszą" wersję 74196 – LS działał jeszcze przy częstotliwości wejściowej ok. 40MHz! A może wytrwałym czytelnikom EdW uda się zdobyć kostki 74S196?

Wykaz elementów

Rezystory
R1: 510Ω
R2, R3: 10kΩ

Kondensatory
C1: 1µF
C2: 100pF

Półprzewodniki
IC1: 74S196 (74196, 74LS196)
IC2: 74LS90
T1: BC337

Pozostałe
CON1: 2 x goldpin kątowy 3 piny
CON2: gniazdo BNC
REL1: przekaźnik OMRON 5V
S1: przełącznik dźwigienkowy

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2278.

Dyskotekowy breloczek *(c.d. ze str. 59)*

Montaż i uruchomienie

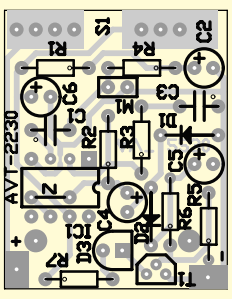
Na **rysunku 2** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej oraz rozmieszczenie na niej elementów. Płytka została wykonana na laminacie jednostronnym, co pociągnęło za sobą konieczność zastosowania jednej, tak przez nas nie lubianej zworki, oznaczonej na stronie opisowej płytki symbolem „Z". Od niej właśnie rozpoczniemy montaż układu, podczas którego nie powinniśmy napotkać na większe trudności. Niewielkie rozmiary płytki powodują, że podczas montażu powinniśmy zachować szczególną ostrożność, układając elementy tak, aby zmieściły się w dedykowanej dla układu obudowie.

Układ zmontowany z sprawdzonych elementów nie wymaga jakiejkolwiek regulacji ani uruchamiania i powinien „odpalić" bez najmniejszych kłopotów.

Do zasilania układu należy wykorzystać baterię 12V, typową dla konstrukcji pilotów, która z łatwością powinna zmieścić się w proponowanej obudowie. Wykonanie styków do baterii pozostawiam już pomysłowości Czytelników, podobnie jak sposób zamontowania w obudowie miniaturowego przełącznika hebelkowego.

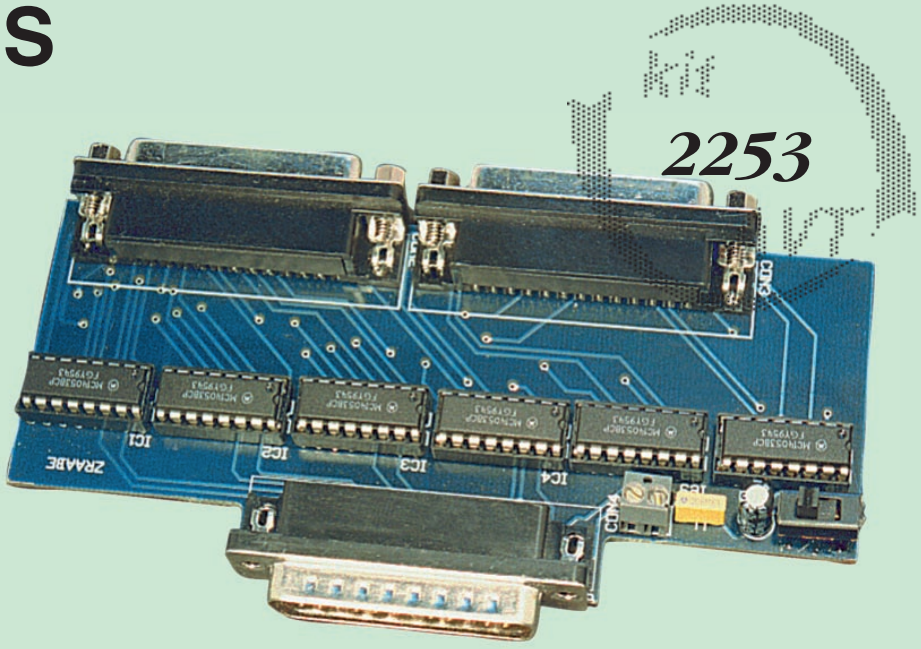
Zbigniew Raabe

Rys. 2. Schemat montażowy



Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2230.

Przełącznik interfejsu CENTRONICS



Do czego to służy?

Proponowany układ pozwala na proste i tanie rozwiązanie bardzo kłopotliwego problemu, jakim jest brak dostatecznej ilości interfejsów CENTRONICS w typowo skonfigurowanym komputerze klasy PC. „Zbyt mała ilość" to dość oględne sformułowanie, ponieważ najczęściej, szczególnie w nowoczesnych komputerach z PENTIUM mamy do dyspozycji tylko jeden interfejs tego typu, obecnie z zasady wbudowany w płytę główną komputera. Ponieważ opis działania układu nie zajmie nam wiele miejsca, poświęćmy chwilę na uporządkowanie wiadomości na temat interfejsu CENTRONICS komputera PC i sposobu jego wykorzystywania.

Każdy komputer, niezależnie od klasy musi posiadać możliwość komunikowania się z urządzeniami zewnętrznymi. Do niedawna takimi urządzeniami była klawiatura, monitor, mysz i oczywiście, drukarka. Monitor i klawiatura posiadają własne, niezależne gniazda wejściowe, myszka dołączana jest z zasady do jednego z portów szeregowych RS, natomiast dla drukarki przeznaczono niegdyś, opracowane przez firmę IBM – twórcę komputerów PC, złącze równoległe. Takie początkowe przeznaczenie interfejsu CENTRONICS znacznie ograniczyło jego możliwości i spowodowało, że niewielu konstruktorów decydowało się na jego wykorzystanie podczas projektowania urządzeń peryferyjnych do PC. Najważniejszym ograniczeniem była możliwość transmisji informacji szyną danych tylko w jednym kierunku. Do obsługi prostych drukarek takie złącze było zupełnie wystarczające, ale drastycznie zwalniało szybkość komunikowania się z innymi urządzeniami. Transmisja dwukierunkowa byłą wprawdzie możliwa, ale jedynie prowadzona za pomocą tzw. „trybu półbajtowego", wykorzystującego czterobitowy port dwukierunkowy interfejsu.

Sytuacja zaczęła się zmieniać w począwszy od 1991 roku, czyli dziesięć lat po powstaniu pierwszego modelu PC. Producenci osprzętu komputerowego doszli do jakiego takiego porozumienia i po długotrwałych pertraktacjach doszło do ustanowienie w 1994 roku nowego standardu interfejsu CENTRONICS – normy IEE1284. Nie ma sensu w tym miejscu szczegółowo opisywać tej normy. Zainteresowanych szczegółami Czytelników pozwalam sobie odesłać do lektury Elektora Elektronika 5/98, w którym standard IEE1284 został bardzo szczegółowo opisany. Wystarczy powiedzieć, że norma ta umożliwia wreszcie pełne wykorzystanie interfejsu CENTRONICS i transmisję danych w formacie słowa jednobajtowego w obydwóch kierunkach.

Po co właściwie o tym wszystkim piszę? Powód jest prosty: chciałbym uświadomić Czytelnikom, że norma IEE1284 istnieje dopiero od niecałych czterech lat i jedynie nowe typy komputerów wyposażone są w odpowiadający jej interfejs CENTRONICS. Płyty główne, począwszy od nowszych modeli 486 posiadają wbudowany interfejs równoległy, umożliwiający transmisję danych w obydwóch kierunkach. Wystarcza to całkowicie do obsługi jednego urządzenia, np. drukarki. Jeżeli jednak chcemy korzystać z dwóch urządzeń i uniknąć kłopotliwego przełączania kabli, to sytuacja staje się kłopotliwa. Najprostszym rozwiązaniem byłoby rozszerzenie konfiguracji komputera o dodatkową kartę, popularną niegdyś MULTI I/O. Takie karty nie są już obecnie produkowane, ale można je nabyć za niewielką sumę na giełdach komputerowych. Na karcie MULTI I/O wbudowane są dwa porty równoległe, co daje nam w sumie aż trzy interfejsy równoległe: LPT1, LPT2 i LPT3. Tylko że takie rozwiązanie zawiera w sobie jeden „haczyk": żadna karta MULTI I/O nie posiada interfejsu CENTRONICS zgodnego z normą IEE1284 i w przypadku dwóch portów musielibyśmy zadowolić się transmisją danych tylko w jednym kierunku: z komputera do układu peryferyjnego. Możliwość wykorzystania portów równoległych zainstalowanych na produkowanych niegdyś sterownikach dysków twardych nasuwa takie same ograniczenia i dodatkowo wprowadza niebezpieczeństwo konfliktu przerwań pomiędzy płytą nowoczesnego komputera i archaiczną, wykorzystywaną niezgodnie z przeznaczeniem, kartą. Czy zatem zostaniemy zmuszeni do przełączania kabli od drukarki, programatora EPROM ów, analizatora stanów logicznych i innych urządzeń? Z pewnością nie, i dlatego pozwoliłem sobie opracować dwa rozwiązania tego problemu. Pierwszym jest wykonanie i zainstalowanie w komputerze dodatkowej karty zawierającej dwa interfejsy CENTRONICS zgodne z normą IEE1284. Taka karta jest jednak dość trudna do wykonania i jej zainstalowanie wymaga ingerencji we wnętrze komputera. Dlatego też opis tej karty zamieścimy tam, gdzie jest jego miejsce: w jednym z najbliższych numerów Elektroniki Praktycznej. Dla mniej zaawansowanych konstruktorów pozostaje drugie rozwiązanie, nieporównywalnie prostsze i „bezpieczniejsze" w realizacji: budowa „rozgałęziacza", który pozwoli na dołączenie do PC ta dwóch urządzeń jednocześnie i ręczne przyłączanie portu szeregowego do jednego z nich. Jest to tylko połowiczne załatwienie problemu, zawsze jednak wygodniej jest przestawić jeden mały przełącznik niż „szarpać się" z kablami od dwóch urządzeń.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego układu został pokazany na **rysunku 1**. Zanim przejdziemy do analizy tego prostego

schematu, zastanówmy się, jakie funkcje musi on spełniać. Interfejs CENTRONICS posiada 17 linii sygnałowych: osiem linii szyny danych, cztery rejestru dwukierunkowego i pięć rejestru wejściowego. Przełączanie tych linii pomiędzy dwoma układami peryferyjnymi można było rozwiązać dwoma metodami: mechanicznie, za pomocą wielosekcyjnego przełącznika lub odpowiedniej ilości miniaturowych przekaźników lub też metodą elektroniczną za pomocą buforów szyny danych lub dwu wejściowych multi – demultiplekserów. Zdobycie odpowiedniego przełącznika byłoby bardzo trudne, natomiast zastosowanie dziewięciu miniaturowych przekaźników niepotrzebnie zwiększyłoby koszt wykonania urządzenia.

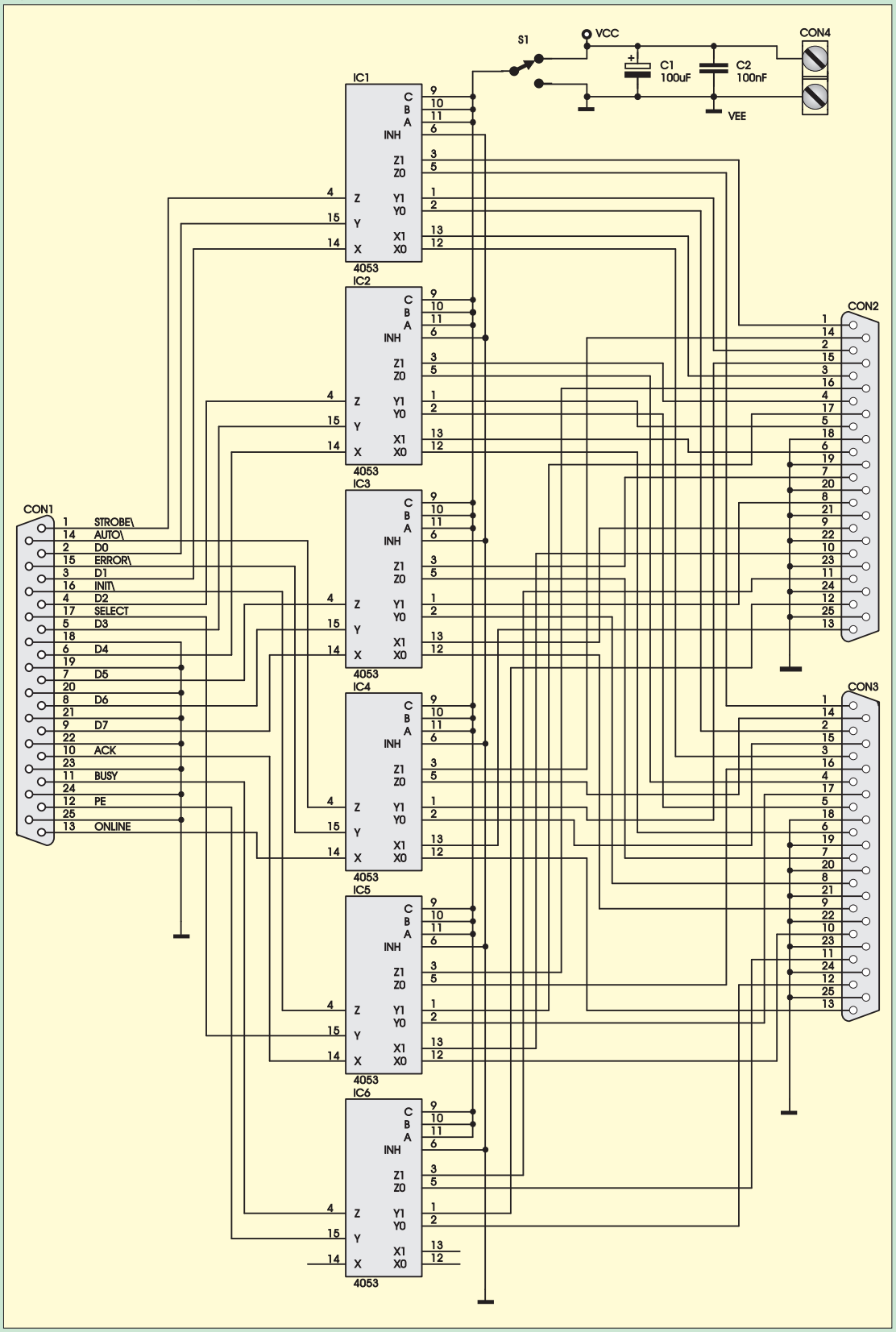
Tak więc zdecydowałem się na zastosowanie w projektowanym układzie sześciu identycznych układów scalonych: popularnych i tanich trzy kanałowych multiplekserów – demultiplekserów typu 4053. Każdy z tych układów przełącza trzy linie sygnałowe, a zatem mamy do dyspozycji 18 kanałów, o jeden więcej niż potrzeba.

Jak już wspomniałem, zastosowane układu scalone pełnią funkcję multipleksera – demultipleksera cyfrowo analogowego, co oznacza że mogą przekazywać zarówno sygnały cyfrowe jak i analogowe. Układ 4053 posiada trzy wejścia i trzy pary wyjść odpowiadające trzem kanałom. Za pomocą trzech wejść sterujących możemy wybrać kanały, do których skierowana zostanie informacja z wejść. Tabela prawdy układu 4043 (patrz obok), powinna pomóc w zrozumieniu zasady jego działania.

Wracajmy do naszego schematu i popatrzcie tylko, prawdziwi miłośnicy „czystej" cyfrówki: ani jednego elementu dyskretnego, nie licząc oczywiście kondensatorów blokujących zasilanie! To właściwie ideał układu cyfrowego!

Wyjaśnienie zasady funkcjonowanie przełącznika nie zajmie nam wiele czasu. Złącze CON1 dołączone jest do wyjścia interfejsu CENTRONICS komputera, a złącza CON2 i CON3 służą do doprowadzenia sygnałów do urządzeń peryferyjnych, takich jak drukarka czy emulator EPROM ów, którego opis pozwolę sobie przedstawić Czytelnikom w jednym z najbliższych numerów EdW. Wszystkie tory

Rys. 1. Schemat ideowy



sygnałowe złącza CON1 dołączone zostały do wejść sześciu układów 4053. Wyjścia tych układów doprowadzone są do złącz CON2 i CON3: wyjścia „0" do CON3, a wyjścia „1" do CON3. Wszystkie wejścia sterujące demultiplekserów zostały połączone ze sobą i w zależności od położenia przełącznika S1 możemy na nich wymusić stan wysoki lub stan niski. Przy stanie niskim wszystkie sygnały, niezależnie od kierunku ich przesyłania kierowane są do złącza CON3, a przy stanie wysokim na tych wejściach aktywne będzie złącze CON2.

Wyjaśnienia wymaga jeszcze dodatkowa szyna zasilania, oznaczona jako VEE i dołączona do masy układu. Otóż, jak już wspomniałem, multipleksery 4053 mogą służyć zarówno do przenoszenia sygnałów cyfrowych, jak i analogowych. Aby ułatwić pracę konstruktorom producenci tych układów zapewnili możliwość przenoszenia także sygnałów o napięciu ujemnym względem masy. Aby to umożliwić, układ 4053 posiada dodatkowe wejście zasilania, dołączane do źródła napięcia ujemnego względem masy. W układach cyfrowych nie wykorzystujemy możliwości transmisji sygnałów ujemnych względem masy i dodatkowe wejście zasilania, oznaczone właśnie VEE i nie uwidoczniane na schematach, połączone jest z masą.

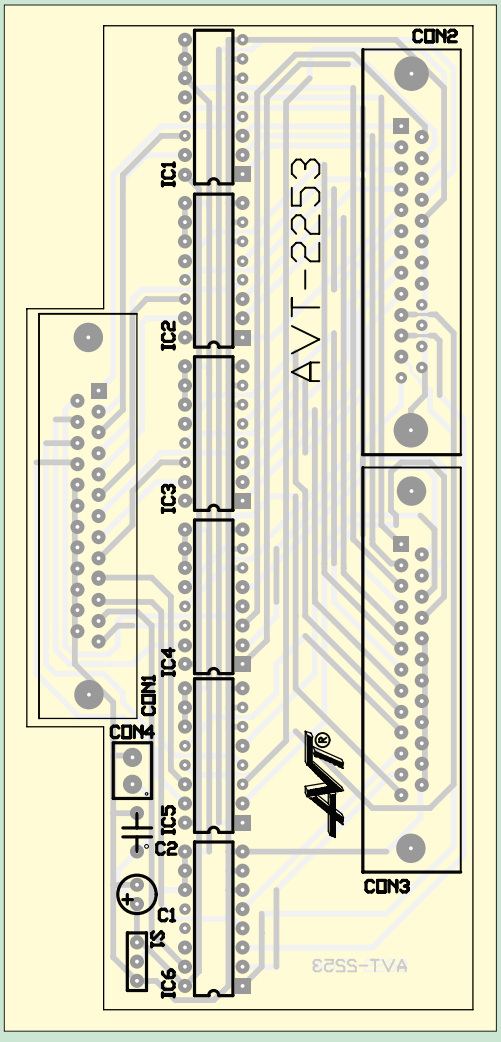
Wejścia		Włączony kanał
E\	Sn (A, B, C)	
L	L	Z0, Y0, X0
L	H	Z1, Y1, X1
H	X	żaden

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 3** została pokazana mozaika ścieżek płytki drukowanej wykonanej na laminacie dwustronnym z metalizacją i rozmieszczenie na niej elementów. Montaż układu nie sprawi najmniejszego kłopotu nawet zupełnie „zielonemu" elektronikowi. Rozpoczniemy go jak zwykle od wlutowania podstawek pod układy scalone, a zakończymy montując kondensatory i złącza CON1 CON4. Nie muszę chyba zaznaczać, że zmontowany z elementów dobrej jakości układ nie wymaga jakichkolwiek czynności uruchomieniowych ani regulacji.

Warto jeszcze wspomnieć parę słów na temat zasilania układu. Do złącza CON4 musimy doprowadzić napięcie +5VDC, koniecznie stabilizowane. Pobór prądu przez nasz rozgałęziacz jest znikomo mały i jako najprostsze w stosowaniu źródło zasilania możemy polecić zasilacz tzw. wtyczkowy. Odważnym eksperymentatorom mogę polecić jeszcze jeden sposób zasilania układu. Zbudowany przełącznik zawsze musi współpracować z komputerem i jego istnienie z dala od PC ta nie żadnego sensu. Nasuwa się więc prosty wniosek: jeżeli układ jest zawsze dołączony do komputera, to dlaczego nie mielibyśmy zasilać go z potężnego zasilacza PC, dla którego pobór prądu przez nasz układ jest pomijalnie mały? Rzeczywiście, nie ma powodu, aby nie wykorzystywać zasilacza komputera, ale metodę tą polecam tylko tym Czytelnikom, którzy posiadają już sporą praktykę w konstruowaniu układów elektronicznych. W każdym wypadku układ przełącznika musi być dokładnie sprawdzony, ze szczególnym naciskiem na wykrycie ewentualnych zwarć w obwodzie zasilania (dotyczy to szczególnie tych Konstruktorów, którzy zmontują układ na samodzielnie wykonanych płytkach). Spowodowanie bowiem zwarcia w zasilaniu komputera nie spowoduje najczęściej jego uszkodzenia, ale z pewnością ulegnie przepaleniu bezpiecznik umieszczony w bardzo trudno dostępnym miejscu: wewnątrz zasilacza komputera.

Rys. 3. Schemat montażowy



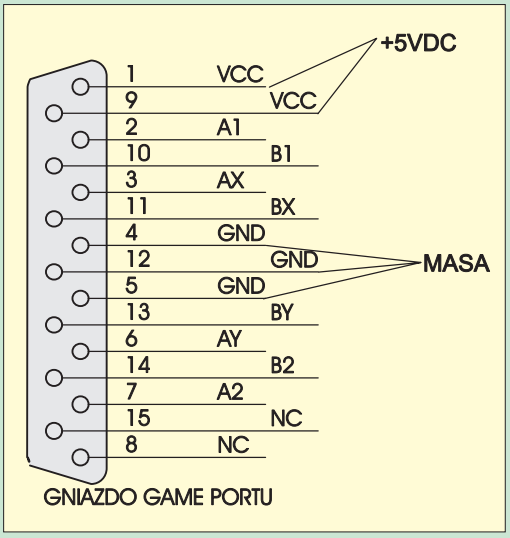
Wykaz elementów

Rezystory

Kondensatory
C1: 100µF/10V
C2: 100nF

Półprzewodniki
IC1 IC6: 4053, 74HC4053, 74HCT4053

Pozostałe
CON1 : DB25/M do druku
CON2, CON3: DB25/F do druku
CON4 : ARK2 (3,5mm)
S1: przełącznik dźwigienkowy



Rys. 4.

Napięcie +5VDC potrzebne do zasilania naszego przełącznika jest dostępne na zewnątrz komputera w dwóch złączach: w gniazdach klawiatury i game portu. Szczególnie łatwy dostęp mamy do game portu, zwłaszcza wtedy, kiedy nie korzystamy z joystika. Na **rysunku 4** zostały pokazane wyprowadzenia tego portu i miejsca, skąd możemy pobrać napięcie potrzebne do zasilania naszego układu (a także innych, wymagających zasilania +5VDC i współpracujących z komputerem PC). Jednak jeszcze raz apeluję do młodszych Kolegów o rozwagę: naprawa uszkodzonego bezpiecznika w zasilaczu PC to naprawdę bardzo nieprzyjemne zajęcie.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako „kit szkolny" AVT-2253.

AMATORSKA FOTOGRAFIA CYFROWA

Ptaszek będzie coraz częściej wylatywał z ... dysku kompaktowego, a coraz rzadziej z błony filmowej. Czy fotografia cyfrowa jest w trakcie zastępowania wynalazku zasłużonego Nicefora Niepce'a? Nie od razu. Ale ostatnio doznała sporego przyspieszenia.

Fotografia cyfrowa korzysta ze wsparcia udzielonego jej przez konstruktorów drukarek i z pomocy komputerów. Firmy Canon, Epson i Hewlett-Packard przyczyniły się do przyspieszenia jej postępu swymi drukarkami kolorowymi fotograficznej jakości. H-P zaprezentował nawet całą gamę urządzeń do fotografii cyfrowej, poczynając od aparatu fotograficznego przez skaner, drukarkę (serii Photo-Smart) na dysku optycznym wielokrotnego zapisu kończąc. Przedsiębiorstwo ten uzupełnia swoją ofertę o Picture It, nowe oprogramowanie przetwarzania obrazu firmy Microsoft.

Producenci mikroprocesorów i konstruktorzy komputerów nie pozostają w tyle. Po Pentium MMX, Pentium II przejmuje zadania coraz szybszej i łatwiejszej obsługi procesu tworzenia fotografii cyfrowych. A ile komputerów, poza tworzeniem tekstów i arkuszy kalkulacyjnych jest zatrudnionych przez oprogramowanie przetwarzania obrazów? Systemy informatyczne ze sprzętem peryferyjnym i oprogramowaniem zajmują się nie tylko obrazami od początku ściśle cyfrowymi, ale także nadawaniem nowego życia schowanym na dnie szuflad odbitkom fotograficznym i przeźroczom.

Technika cyfrowa pod względem jakości całkowicie już dorównała technice fotochemicznej. Cyfrowy obraz z aparatu fotograficznego o rozdzielczości przekraczającej milion pikseli, wydrukowany za pomocą kolorowej drukarki typu fotograficznego na fotograficznym papierze, nie da się odróżnić od fotochemicznej aż do formatu 10 x 15cm, a nawet A4. Do tego jeszcze dochodzą nieograniczone możliwości ich informatycznego przetwarzania.

Przed fotografią amatorską otwarły się nowe perspektywy.

APARATY FOTOGRAFICZNE O CYFROWYM SPOSOBIE FORMOWANIA OBRAZU

Wszystkie są milionerami!

W dziedzinie aparatów fotograficznych są to jednak pobożne życzenia. Zawsze będą istniały aparaty o rozdzielczości nie przekraczającej 640 x 489 pikseli. Ale norma podniesie się niewątpliwie powyżej miliona pikseli. Taką rozdzielczością charakteryzują się aparaty o przeznaczeniu niewątpliwie amatorskim: Fuji DS300, Kodak DC210, a zwłaszcza Olympus Camedia C-1400 L, będące pierwszymi z brzegu przykładami. Ostatni z nich wysuwa się na czoło nie tylko z powodu najwyższej rozdzielczości, jest ponadto pierwszą amatorską lustrzanką cyfrową. Skonstruowany na podstawie jednego z modeli serii IS – od których różni się tylko wyświetlaczem ciekłokrystalicznym – posiada 3-krotny nieruchomy zoom, cechuje go wysoka jakość optyki Olympusa i komfort zautomatyzowanej lustrzanki.

Rys. 2. Cyfrowe aparaty amatorskie marki Olympus sprzedają się najlepiej. Camedia „All in one SLR" o rozdzielczości 1,4 milionów pikseli, z zoomem 36 - 105mm

Rys. 1. Cyfrowy amatorski aparat fotograficzny Agfa ePhoto 1280 umożliwia wykonywanie zdjęć do 1,2 miliona pikseli. Fotografie są zapisywane na karcie SmartMedia 4 lub 8MB. Kosztuje 1470 CHF (około 3200zł).

Nie licząc szczytów klasyfikacji, na których ceny są jeszcze raczej wysokie (około 4400zł) całkiem niezłe wyniki osiąga się aparatami kompaktowymi, takimi jak Agfa ePhoto 307, Canon PowerShot 600, Casio QV-300, Chinon ES3000, Epson PhotoPC 600, Fuji DX-5 i 7, Kodak DC120, Olympus C-410L/C-800L, Philips ESP 2 i jego bliźniak Ricoh RDC-2, Samsung SSC-410N, mówiący Sanyo VPC-G200, Sony DKC-ID1 i Yashica KC600.

Poprzeczka miliona pikseli w cyfrowych aparatach fotograficznych została przekroczona.

Trzeba jeszcze zasygnalizować Agfę ePhoto1280 z kierowanymi zoomem i fleszem, Minoltę Dimâge V z odłączalnym obiektywem zoom, Nikon Coolpix 300 z ekranem dotykowym, Panasonic NV-DC1000 – prawdziwy mały klejnot, dwuczęściowy Pentax C90 i Sony MVC-FD5 i 7, w którym zamiast konwencjonalnych pamięci typu Compact-Flash, Smart-Media, czy PCMCIA I lub II zastosowano dyskietki 3,5".

Jaki kupić cyfrowy aparat fotograficzny? Tak jak i w przypadku tradycyjnych aparatów wszystko zależy od tego, do czego ma on służyć. Jeżeli zdjęcia mają być one wysyłane przez Internet lub drukowane w formacie 9 x 13cm, wystarczy prosty i tani. Natomiast wytrawny amator kupi aparat o rozdzielczości powyżej miliona pikseli z wbudowanym fleszem i zoomem.

FOTOGRAFIA CYFROWA DLA ZAWODOWCÓW

Nowe narzędzia pracy!

Rys. 3. Cyfrowa fotografia, wykonana aparatem Sony DKC-5000

To zawodowcy byli pierwszymi, którzy zaczęli korzystać z możliwości techniki obrazów cyfrowych. Wstępna wizualizacja prac już w studio, nowe metody kompozycji, sztuka graficzna, fotodziennikarstwo, wstępny wydruk, wszystkie te zastosowania z miejsca przyciągnęły zawodowców od obrazu.

Oczywiście sprzęt jest na miarę ich oczekiwań. Już przed trzema laty rozdzielczość Kodaka, Minolty, Nikona, Rolleiflexa i Fuji przekroczyła milion pixeli. Ale cena jest proporcjonalna: 4 centimy (około 2,3 grosza) za pixel! Aparaty te są po prosu lustrzankami cyfrowym tyłem.

Oprócz nich istnieją obecnie prawdziwie studialne aparaty fotograficzne, specjalnie stworzone do specyficznych za-

Rys. 4. Profesjonalny cyfrowy aparat fotograficzny Nikon E2N o rozdzielczości 1,3 miliona pikseli, dosotosowany do obiektywów do lustrzanek Nikona. Korpus kosztuje 11600 CHF (około 25500zł)

Rys. 5. Nowy Canon/Kodak DCS 520 najnowocześniejszej technologii o rozdzielczości 1736×1160 pikseli. Kosztuje 23790 CHF (około 52000 zł)

Rys. 6. Cyfrowe fotostudio Sony z aparatem pro DKC-5000 o rozdzielczości 1520×1174 pikseli. Cena aparatu wynosi 18700 CHF (około 41000 zł)

stosowań. Są to Fujiix HC-2000, Scando Color i Scando 256 Kaisera, a także DKC 5000 i DKC-ST5 Sony. Zasada ich działania jest podobna jak każdego cyfrowego aparatu amatorskiego. Ale kształtem i budową wewnętrzna różnią się od nich znacznie. Głowica jednego z tych aparatów składa się z optyki, pryzmatu i czujników, a jej zadaniem jest wyłącznie chwytanie obrazu. Jest ona połączona kablem z procesorem, służącym do sterowania zdejmowaniem obrazu i zapisywaniem danych. Pamięć buforowa jest przeznaczona do zapamiętania dziesięciu kolejnych obrazów, które mogą być następnie zarejestrowane lub skasowane.

Te aparaty tworzą pliki obrazów o wysokiej jakości, ale ograniczonych rozmiarach (od 1,4 do 9,7MB). Działają one bardzo szybko nie wymagając przy tym złożonej konfiguracji informatycznej.

Nadają się zwłaszcza do wykonywania zdjęć do katalogów, reprodukcji obrazów i dokumentów oraz do zdjęć przemysłowych, medycznych i naukowych.

Fotografia cyfrowa jest obecnie bardzo rozpowszechniona w dziedzinie profesjonalnej, ale jej koszt jest jeszcze wysoki.

(red)

TELEWIZJA

Telewidzu! Obudź się. Zaczynamy.

Przed miesiącem katowałem cię definicjami z zakresu optyki oraz rozkładaniem i składaniem obrazu telewizyjnego. Wiesz już zatem jak obraz powstaje. Dzisiaj opowiem między innymi o nadawaniu i odbieraniu sygnałów telewizyjnych. Część wiedzy o tych czarodziejskich sztuczkach z sygnałem, też już zdążyłeś sobie przyswoić.

Teraz chciałbym abyś spojrzał na swój telewizor. Na jego budowę. Widzisz przyciski, ekran, skrzynkę. A oglądałeś go ze wszystkich stron? Myślę, że jako rasowy elektronik na pewno oglądałeś. Przy starszych modelach mogłeś natknąć się, w jego tylnej części, na gniazda antenowe oznaczone jedno VHF a drugie UHF. W kolorowych telewizorach produkcji radzieckiej mogłeś natknąć się na trzy takie gniazda.

Współczesne telewizory mają tylko jedno wejście (gniazdo) antenowe.

W starszych telewizorach czasem gniazdo antenowe było jedno, ale przy tzw. przełączniku kanałów były oznaczenia VHF i UHF. W nowoczesnych odbiornikach telewizyjnych, te tajemnicze literki można przeczytać jedynie w instrukcji obsługi lub na ekranie telewizora podczas jego strojenia do stacji nadawczych. Ale cóż się kryje pod tymi kryptonimami? Otóż jest to informacja o zakresie odbieranych fal. I tak, tajemniczy VHF to informacja dla nas, że program telewizyjny emitowany jest w zakresach fal metrowych. Kiedy oglądasz program z tego zakresu fal, to znak, iż nasz telewizor spokojnie sobie z nimi radzi. Podobnie z oznaczeniem UHF. Te trzy literki oznaczają, że sygnał telewizyjny mknie sobie nad rzekami, górami i lasami wykorzystując zakres fal decymetrowych. Podobnie jak fale metrowe, tak i te ostatnie są bułką z masełkiem dla naszego telewizora. Po prostu spokojnie je sobie odbiera i daje ci przyjemność z oglądania programu. Kiedy miesiąc temu czytałeś, co telewizja jako dziedzina telekomunikacji musi, to dowiedziałeś się, że co jak co, ale musi przesyłać obraz i dźwięk.

Razem. Jednocześnie. Jest to konieczne.

Wiesz dlaczego?

Żeby ruch ust mówiącego zgadzał się z odbieranym dźwiękiem. Jasne? Oczywiście! Ale co innego dźwięk a co innego obraz. Pamiętasz o szerokości pasma telewizyjnego? A o szerokości pasma fonicznego? Jeśli nie pamiętasz już dokładnie czym się różnią, to przypomnę.

Szerokość pasma wizyjnego to 6,5 MHz (6500000Hz), a fonicznego to z grubsza biorąc, zakres częstotliwości, które możemy usłyszeć. Zaszalejmy na maxa. Zadysponujmy sobie dźwięk Hi-Fi. Czyli zakres od 20 Hz do 20 kHz. Pamiętasz też zapewne, że treść przekazu fonicznego i wizyjnego musi zostać nałożona na falę nośną, i to tak żeby sobie wzajemnie nie przeszkadzały. Jak te dwie, tak różne wartości, razem nadać? I to w dodatku tak, żeby ruch ust mówiącego... itd.?

Płynie z tego nad wyraz prosty wniosek, że nadajnik telewizyjny musi składać się... z dwóch różnych nadajników. Jednego, aby wysyłać sygnał wizji i drugiego, aby wysyłać sygnał fonii.

Popatrz, cóż za przypadek. Tak właśnie jest z nadajnikiem telewizyjnym. Ale wróćmy na chwil siedem, do naszego odcinka, w którym opisywałem radio. Kiedy czytałeś artykuł o falach radiowych, natknąłeś się na informację dotyczącą sposobu nadawania, a ściślej mówiąc, sposobu modulacji sygnału radiowego. Dowiedziałeś się co to jest modulacja amplitudowa i modulacja częstotliwościowa.

I popatrz, trzeba trafu: telewizja wykorzystuje oba te sposoby modulacji. Modulację amplitudową do przesyłania sygnału wizyjnego i modulację częstotliwościową do przesyłania sygnału fonii. Jeśli jeszcze pamiętasz o tym, że modulacja amplitudowa jest bardziej podatna na zakłócenia to masz już odpowiedź dlaczego reżyser programu telewizyjnego dostaje palpitacji serca, kiedy zaproszony gość ma na sobie marynarkę w drobną krateczkę. Nie wiesz dlaczego? Widziałeś te interferencje? Nie wiesz co to jest? To kółeczka i zawijasy powstające na ekranie telewizora w miejscu gdzie spotyka się rysunek marynarki z liniami na jakie podzielony jest obraz. Te kółeczka to właśnie interferencja. I reżyser programu wiedząc o tym jaki, na skutek zniekształceń amplitudowych, obraz marynarki może do ciebie dojść, rwie sobie resztkę włosów z głowy. No dobrze, ale wracajmy do elementów urządzeń nadawczych.

Antena nadajnika telewizyjnego jest zatrudniona przez dwa, wcześniej wspomniane nadajniki, wizji i fonii. Przy okazji chciałbym powiedzieć ci o polaryzacji promieniowania fal elektromagnetycznych. Ale najpierw zrobimy eksperyment globtrotera. Naprawdę jest takie słowo. Ono określa wędrowca. Czy podróżowałeś młody czytelniku przez Polskę? Na przykład jadąc na wakacje pociągiem albo samochodem? A czy zwróciłeś może uwagę na wygląd anten telewizyjnych na dachach w różnych częściach kraju? Na to, że elementy anten są w jednych rejonach kraju umieszczone pionowo a innych poziomo? Jeżeli jeszcze nie rzuciło ci się to w oczy, to przy najbliższej okazji pozwól by ci się rzuciło. W zależności od położenia (w stosunku do powierzchni ziemi) promieniujących elementów anteny nadawczej, rozróżnia się polaryzację pionową lub poziomą. Kiedy będziesz teraz widział jak ustawione są elementy anten odbiorczych, będziesz wiedział, gdzie pracują nadajniki o polaryzacji pionowej a gdzie poziomej. Teraz uważaj, bo będzie prawie definicja. Polaryzacją fali elektromagnetycznej nazywamy płaszczyznę, w której zmienia się pole elektromagnetyczne. Jeśli promieniujący element anteny nadajnika umieszczony jest pionowo, fale będą spolaryzowane pionowo, natomiast poziome umieszczenie tego elementu spowoduje poziome spolaryzowanie fali elektromagnetycznej. Skoro już jesteśmy przy falach, to wspomnę jeszcze o tym, jak do ciebie taka fala dociera. Zmorą wielu telewidzów jest obraz z tzw. echem. Jest to obraz, który ma brata bliźniaka albo i trojaczka. Słabszych niż on sam, ale ich niestety w postaci kilku dodatkowych konturów widać. Mówimy wtedy, że jest to wina anteny i trzeba ją na nowo ustawić, bo zbiera „odbicia". I jest to dokładne określenie tego, co ona zbiera. Te dodatkowe kontury na obrazie powstają na skutek odbić sygnału telewi-

zyjnego od budynków, od terenu (np. pagórków), a może i od warstw jonosfery. Chcąc poprawić obraz, należy antenę nakierować tam, skąd biegnie sygnał najsilniejszy i nie uzupełniany o dodatkowe cienie.

Wiemy już zatem, że najlepszy obraz uzyskamy, gdy na drodze do naszej anteny sygnał telewizyjny nie spotka po drodze żadnych przeszkód. Ale niestety; aż tak dobrze nie jest! A to co jest, można podzielić na cztery strefy warunków odbioru sygnału telewizyjnego. O pierwszej strefie można powiedzieć, że jest to strefa odbioru bezpośredniego. Druga strefa, to strefa odbioru dyfrakcyjnego. Trzecia nazywa się strefą troposferyczną, a czwartą strefę nazwano jonosferyczną. Czym one się różnią?

Strefa odbioru bezpośredniego

Zaczyna się blisko nadajnika a kończy kilka kilometrów dalej. Charakteryzuje się silnymi zmianami natężenia pola, związanymi z interferencjami pomiędzy sygnałem odbitym od powierzchni ziemi i wypromieniowywanym z nadajnika.

Strefa odbioru dyfrakcyjnego

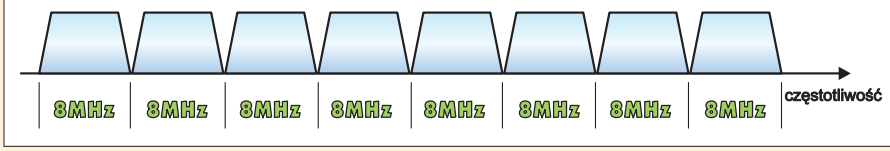
O tej strefie marzą anteny odbiornika. Wręcz pragną, by widzieć antenę nadajnika. Tak więc strefa ta jest ograniczona „optycznie" do obszaru, na którym anteny się „widzą". Natężenie pola nie szaleje tak jak w przypadku opisywanym wyżej, jest równomierne i słabnie równomiernie w miarę oddalania się od anteny nadawczej. Kiedy antena odbiorcza jest za horyzontem, pole jest już bardzo słabe. Można rzec, że antena znajduje się w cieniu.

Strefa odbioru troposferycznego

Tę strefę tworzą fale, które odbiły się od niskich warstw jonosfery. Te niskie warstwy jonosfery żyją sobie spokojnie na wysokości kilkunastu kilometrów nad ziemią. Poziom pola w tej strefie zależy od pory roku, pory dnia a także od warunków atmosferycznych. Odbijanie fal od niskich warstw jonosfery spowodowane jest stopniem wilgotności, zmianami temperatury i wahaniami ciśnienia atmosferycznego.

Strefa odbioru jonosferycznego

Dzięki niej, możesz czasami odebrać przypadkowo jakąś bardzo odległą stację. Obraz, którego wcześniej nie było i raczej jest mało prawdopodobne byś go drugi raz złapał. Dzieje się tak dlatego, że fale telewizyjne odbijane są przez (teraz uważaj), niejednorodne stany przenikalności stałej dielektrycznej jonosfery. Odbijają się od warstw leżących na wysokości 80 – 90 kilometrów nad powierzchnią ziemi i rozKANAŁY TELEWIZYJNE W PASMIE CZĘSTOTLIWOŚCI



Rys. 1.

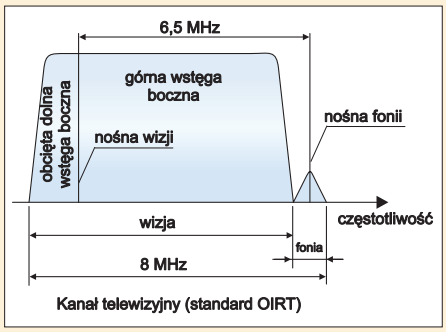
praszając się, mogą czasami zrobić ci niespodziankę (rysunek 1).

Skoro już jesteśmy przy odbiorze programów, to wiesz, że istnieje takie pojęcie jak kanał telewizyjny. Jako stary telewidz pewnie znasz to określenie od dziecka. Ale czy zastanawiałeś się kiedyś co ono oznacza?

Jak znam życie to pewnie nie.

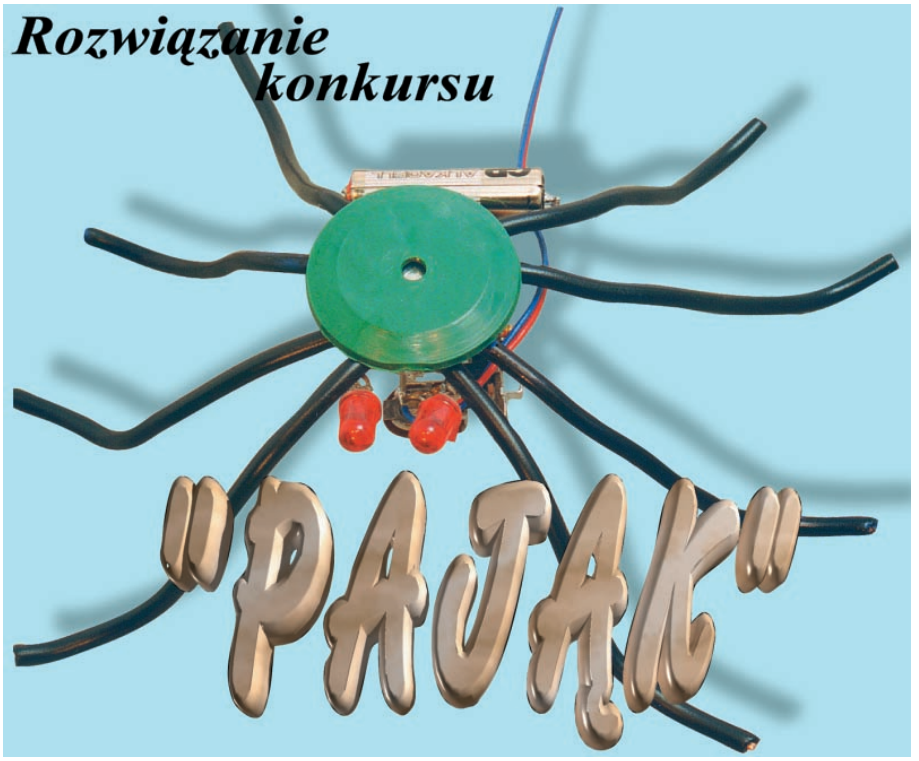
Otóż tym kanałem, w który codziennie telewizja nas wpuszcza, jest zakres częstotliwości przydzielony do przesłania jednego programu telewizyjnego. Szerokość takiego kanału wynosi całe 8 MHz. I w tym zakresie musi się zmieścić i obraz, i dźwięk. Wspomnieliśmy o tym, że nie mogą sobie wzajemnie przeszkadzać. Taką odległością, co to nie psuje wzajemnych przyjaznych zachowań między częstotliwością nośną obrazu i częstotliwością nośną dźwięku, według standardu OIRT obowiązującego do niedawna w Polsce jest 6,5 MHz. Według standardu CCIR obowiązującego na Zachodzie, a który pomału jest u nas wprowadzany, ta różnica to 5,5 MHz. Jeżeli chcesz oglądać filmy nagrane w systemie PAL lub programy telewizji kablowej, nie rezygnując jednocześnie z programów polskich nadawanych w systemie SECAM, twój odbiornik musi sobie radzić z tymi dwoma systemami nadawania. Stąd wywodzi się popularne określenie, że odbiornik ma „podwójną fonię", to znaczy jest przystosowany do odbierania dźwięku oddalonego od obrazu o 5,5 oraz 6,5 MHz. (O tym, że musi być wyposażony w dekoder PAL, to nawet nie wspominam, bo to się rozumie samo przez się.) Ale wróćmy do dźwięku w twoim odbiorniku. Gdybyś tej „podwójnej fonii" nie miał, mógłbyś oglądać film, ale nigdy nie usłyszałbyś co bohaterowie filmu do siebie mówią. Dostrojenie się do zrozumiałego dźwięku zaowocowałoby odstrojeniem się od obrazu. I tak w kółko. „Podwójna fonia" jest po prostu balsamem na twe skołatane nerwy i ratuje ci życie.

Mam nadzieję, że już to wszystko wiesz, znasz, umiesz i rozumiesz, zatem skoczmy jeszcze na chwilkę do kanału. W tych szerokich 8 MHz buszuje sobie fala nośna fonii. Fala ta jest umieszczana na końcu przydzielonego zakresu częstotliwości i, zachowując się jak co najmniej hrabianka, wraz z produktami modulacji częstotliwościowej (wszak jest to sygnał fonii) zajmuje pasmo 500 kHz. Zważywszy, że zakres słyszalny to pasmo 20 Hz – 20 kHz, zapas ma rzeczywiście niewąski. Ale to wszystko jest potrzebne, by można się było cieszyć i obrazem, i dźwiękiem. Popatrz teraz na rysunek ilustrujący to, o czym teraz przeczytałeś. Dodam, że jest to kanał telewizyjny standardu OIRT (rysunek 2).



Rys. 2.

Tym sposobem, kiedy już wiesz jaki sygnał do twojego telewizora wchodzi, możemy pokusić się, by zacząć nazywać poszczególne bloki, z których składa się odbiornik. Pierwszy blok już w zasadzie mamy. Biorąc pod uwagę częstotliwość, którą w siebie wchłania z nazwą nie powinno być trudności. I nie ma. Nazywa się bowiem blokiem wielkiej częstotliwości. W jego skład wchodzi element, o którym na pewno wielokrotnie słyszałeś, i którego z upodobaniem używasz biegając po kanałach. Ten element to „głowica". Bardzo ważne jest by odbierała sygnały z całego zakresu pasma telewizyjnego, a jeszcze lepiej by była z „hyperbandem". Nie wiesz dokładnie co to takiego? Już mówię. Jest to głowica z rozszerzonym zakresem odbioru kanałów telewizyjnych o zakres przydzielony kanałom używanym przez telewizję kablową. Jeżeli masz zainstalowaną u siebie w domu tzw. „kablówkę", to wiesz o czym mówię. Tym, którzy nie mają „kablówki" wyjaśniam, że gdy głowica nie ma całego zakresu pasma telewizyjnego, nie można oglądać wszystkich nadawanych programów. Głowica razem z przełącznikiem kanałów, wchodzącym w skład bloku w.cz. tworzą parę, którą namiętnie wykorzystujesz kiedy skaczesz z programu na program, szukając tego, który przykuje twą uwagę na dłużej. Zatrzymaj się na chwi-



W lutym tego roku ogłosiliśmy w EdW konkurs na pająka. Co to jest ten pająk? Niejeden człowiek powie, że pająk to „Araneus, pajęczak z rzędu o tej samej nazwie mający na odwłoku kądziołki przędne, wydzielające pajęczynę, w szczękoczułkach znajduje się gruczoł jadowy; znanych jest kilkadziesiąt tysięcy gatunków; żyje głównie na lądzie, drapieżny". I ma rację! Ale my wiemy swoje. Pająk – to urządzenie elektroniczne zbudowane metodą przestrzenną, bez płytki. Składa się najczęściej z kilku lub kilkunastu elementów, choć bez szczękoczułek, odwłoka i gruczołu jadowego. Ma jednak kądziołki (kondensatory) a poza tym też jest ładny, może nawet ładniejszy.

Dlaczego ogłosiliśmy konkurs na pająka? Każdy elektronik powinien potrafić szybko zmontować mniej skomplikowany układzik w porządnym „pająku". Nie zawsze opłaca się wykonywać płytkę drukowaną prostego urządzenia, dlatego „pająk" (inaczej „montaż na sznurkach") może być rozsądnym rozwiązaniem. Taki montaż uczy przestrzennego myślenia, doceniania porządnych lutów i estetyki wykonania. Przydaje się to później przy projektowaniu i montażu płytek drukowanych.

W konkursie postawiliśmy (my – tzn. Redakcja) następujące wymagania: „pająk" powinien być zmontowany z 10, do co najwyżej 30 elementów. Nie mógł on zawierać więcej niż dwóch układów scalonych. Powinien działać i być przydatny w praktyce. Schemat mógł pochodzić z dowolnej literatury.

Jaki był odzew na nasz konkurs? Zainteresowanie nim przeszło najśmielsze oczekiwania. Nadeszło mnóstwo różnych, w większości bardzo ciekawych „stworków". Spisaliście się na medal. Ale oczywiście potem konkurencja była bardzo silna i niestety, nie wszyscy otrzymają nagrody bądź upominki. Kiedy rozkładałem „pająki" na podłodze (bo oczywiście żaden stół by tu nie wystarczył), aby je dokładnie przejrzeć, istniało zagrożenie, że za chwilę cała ta zwierzyna rozejdzie się po mieszkaniu, zacznie szczekać, migać, piszczeć i gryźć.

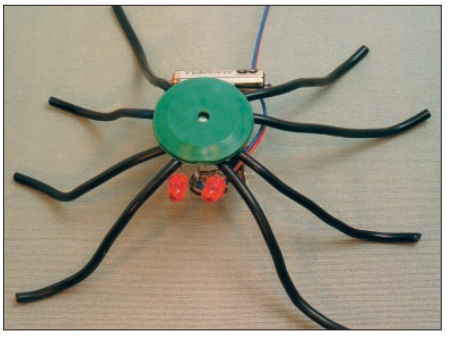
Na szczęście udało mi się opanować sytuację.

A tak na poważne, to nasi Czytelnicy wykazali się dużą pomysłowością w tworzeniu „stworków". Nawet w kwestii znalezienia mieszkania (obudowy) dla „pająka" umieli wykorzystać różne materiały, np. strzykawki, breloczki, wtyki, plastikowe pudełeczka od jajka z niespodzianką, zużyte zakreślacze, pudełka od taśm magnetofonowych, brakowało chyba tylko obudowy od rakiety SS-20. Może dlatego, że coraz mniej gości ze Wschodu przyjeżdża do Polski. Ale na pewno, jeśli zajdzie taka potrzeba i obwołamy nowy konkurs, to nasi Czytelnicy załatwią nie tylko obudowę, ale i całą rakietę – tak są operatywni.

Oprócz przydatności urządzenia, oceniališmy również sposób montażu, staranność lutowania, sztywność uzyskanej konstrukcji, a także możliwość wystąpienia podczas użytkowania zwarć i wynikających stąd uszkodzeń. Oczywiście mieliśmy również wzgląd na wiek i doświadczenie konstruktora. Dlaczego są to ważne wymagania świadczy wypowiedź bliźniaków **Aleksandra** i **Łukasza Szymczaków** z Barlinka, którzy przetestowali swoje modele (m.in. migacz dwudiodowy) w następujących okolicznościach: „...Cały układ jest bardzo wytrzymały (podobnie jak drugi), oba zostały przetestowane na zabawach techno, więc możecie nam wierzyć na słowo, są odporne na wstrząsy". Wierzymy! „Całe urządzenie nosiłem około miesiąca do szkoły (gdzie zrobiłem nim wielką furorę), więc wytrzymało wszystkie wstrząsy i upadki w teczce i nie tylko". Myślę, że Wasze urządzenia sprawdziłyby się również na poligonie atomowym. Obudowy były tak szczelne, że aby zobaczyć wnętrzności niejednego pająka, trzeba byłoby go zamordować, a tego nie chcieliśmy uczynić.

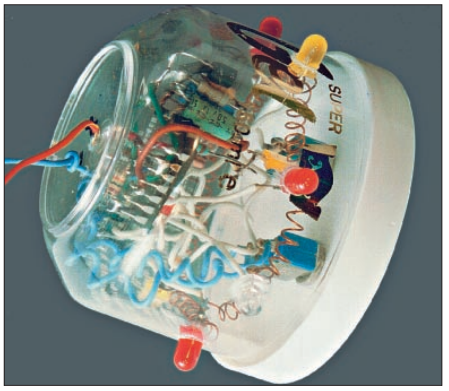
Jakie „pająki" wywalczyły nagrody?

Najładniejszą pracą jest sygnalizator deszczu stworzony przez 17 letniego **Mariusza Twardowskiego** z Raciborza (**fotografia 1**). Jest to prawdziwy pająk, wykonany wyjątkowo starannie. Jego nogi zabezpieczają układ elektroniczny przed uszkodzeniem i nawet nie przeszkadza to, że ma on lekkiego zeza. „Ślepia" są dla ozdoby. Mariusz pisze: „Montowałem już wiele układów elektronicznych na płytkach drukowanych swojej konstrukcji i zakupionych, ale i montaż przestrzenny nie jest mi nieznany. Proste układy składające się z kilku elementów montuję przestrzennie ze względu na małe wymiary. Staram się używać elementów do montażu SMD, bo zajmują mało miejsca. Mój pająk składa się z 15 elementów i powstał w parę godzin". Za bardzo ciekawy pomysł Marcin otrzymuje od nas cenny katalog firmy MOTOROLA.


Fot. 1. Autor: M. Twardowski

Ładny wizualnie jest również „Druciarkowóz" (**fotografia 2**) 17 letniego **Arkadiusz Druciarka** (pseudo „Drucik") z miejscowości Potrzanowo koło Skoków. Swojego świecącego „pająka"

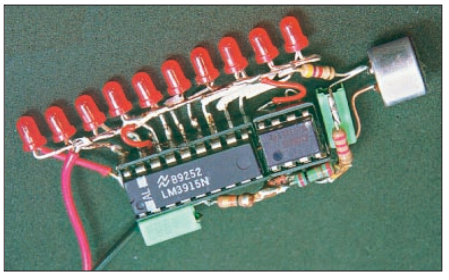
Arkadiusz Druciarek



Fot. 2. Autor: A. Druciarek

zamknął w przezroczystym pudełku zapewne dlatego, żeby nie uciekł. Ale dzięki temu nikt nie uderzy go kapciem (pająka, a nie Arkadiusza) i sam pająk ma lepszy widok na świat. Arek pisze: „Przy montażu kładłem duży nacisk na sztywność, co ma zapobiec ewentualnym zwarciom. Starałem się również dobrze lutować wszystkie połączenia, aby się coś nie oderwało. Ta nietypowa obudowa jest przejrzysta, musi to wszystko po prostu ładnie wyglądać! Układ pełni rolę ozdoby, która szczególnie w ciemności ładnie się prezentuje – kolejny bajerek w pokoju młodego elektronika". Arek również otrzymuje od nas katalog firmy MOTOROLA. Układ jest Twojego autorstwa, za co masz u nas dużego plusa.

Chcielibyśmy zwrócić również uwagę na sonometr (**fotografia 3**), który przysłała do nas 18 letnia **Katarzyna Kołaczyńska**



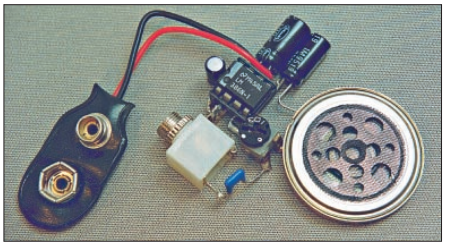
Fot. 3. Autor: K. Kołaczyńska

z Kędzierzyna-Koźla. Kasia dzieli się swoimi spostrzeżeniami: „Spodobał mi się konkurs na pająka. Zaczęłam więc wertować moje zasoby schematów i opisów. Postanowiłam, że sonometr będzie idealnym układem, więc zabrałam się do pracy. Nastał dzień uruchomienia. Bardzo się zdziwiłam, gdy układ od razu zaczął działać. Mam nadzieję, że w drodze do Was nic mu się nie stanie. Mam jeszcze nadzieję, że jeszcze kiedyś do Was napiszę". Kasiu! Twój pająk żyje i wraz z nim my też mamy nadzieję, że jeszcze do nas napiszesz. Za swój model, ładny list i dociekliwe pytania otrzymujesz od nas upragniony katalog MOTOROLI (a pająka, jak i wszystkie inne odsyłamy do właścicielki).

Wyróżnienia w postaci drobnych zestawów AVT otrzymują:

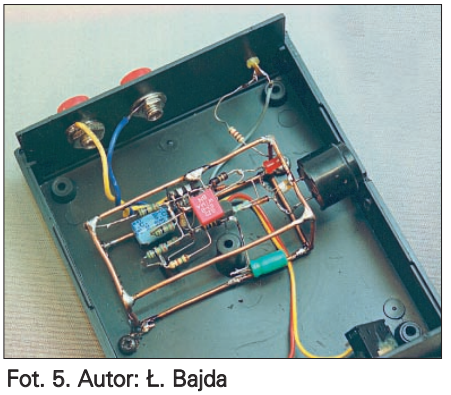
Mariusz Zimlak

Mariusz Zimlak z Poznania – za miniaturowy wzmacniacz m.cz. (**fotografia 4**). Na temat montażu przestrzennego Mariusz pisze tak: „Montaż przestrzenny – nazywając go 'ażurowym – stosuję długie lata (35 lat). Umożliwia to szybkie zbudowanie interesującego mnie układu. Eksperymentując zmianą wartości elementów doprowadzam układ do najlepszych parametrów. „Wytrenowany" układ gotowy jest do odtworzenia w druku. Jedyny układ scalony umieściłem w podstawce, celem ewentualnej szybkiej wymiany". Rzeczywiście, w pająkach warto scalaki umieszczać w podstawce. Nawet gdy pająk „zachoruje", łatwo go szybko naprawić. Nie zdechnie i nie trzeba będzie mu robić sekcji zwłok.



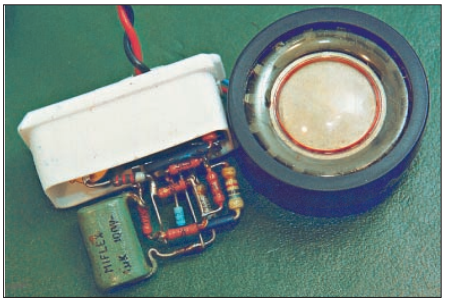
Fot. 4. Autor: M. Zimlak

15-letni **Łukasz Bajda** ze Stalowej Woli – za inteligentny tester kabli (**fotografia 5**). Łukasz wspomina: „Jak wiadomo układ zmontowany w pająku ma małą sztywność i ciężko go do czegokolwiek przymocować. Obramowanie z grubego, miedzianego drutu pozwala zwiększyć sztywność konstrukcji a co za tym idzie da się ją łatwo przymocować wkrętami". Łukasz swojego pająka przyczepił na „łańcuch" i wsadził do klatki z drutu. Na pewno nie ucieknie, a do klatki nikt nie będzie wsadzał palucha, bo pająk ugryzie. Dobrze zabezpieczyłeś swój model.



Fot. 5. Autor: Ł. Bajda

Edyta Ślusarczyk z Suchedniowa – za sygnalizator otwierania drzwi (**fotografia 6**). Przytoczę Wam fragment listu Edyty: „Schemat zaczerpnęłam z książki

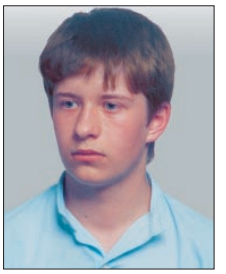


Fot. 6. Autor: E. Ślusarczyk

„24 proste układy elektroniczne dla domu" Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Po niewielkich zmianach (głównie wartości rezystorów), układ przez wiele lat służył, jako sygnalizator otwierania drzwi do sklepu mojego taty. Układ zmontowałam metodą pająka, gdyż w tamtych czasach trudno było o wiertła, a jeżeli ktoś miał małą wiertarkę mógł uważać się za szczęściarza". Ciekawe, Edytko, czy dzisiaj masz wiertarkę? Jeśli tak to mimo wszystko od czasu do czasu zrób pająka, gdyż całkiem nieźle Ci to wychodzi.

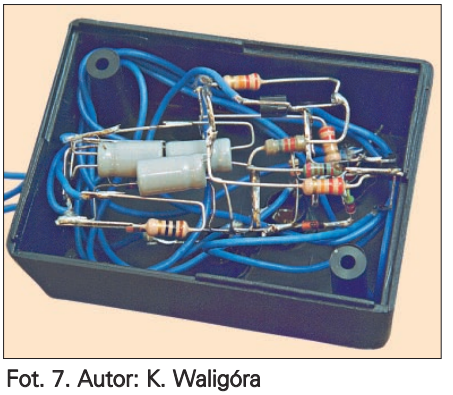
Kacper Waligóra

Kacper Waligura z Ustronia Morskiego – za wskaźnik wysterowania do kolumn (**fotografia 7**) zrobiony wyjątkowo starannie.

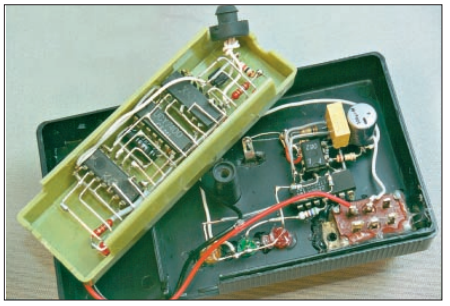


Michał Sieradzki

Michał Sieradzki (16 lat) z Gorzowa Wlk. – za dwa projekty: linijkę LED (wybaczamy Ci, że są trzy układy scalone, zamiast dwóch) i za



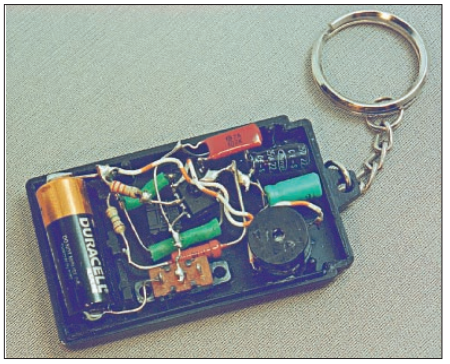
Fot. 7. Autor: K. Waligóra



Fot. 8. Autor: M. Sieradzki

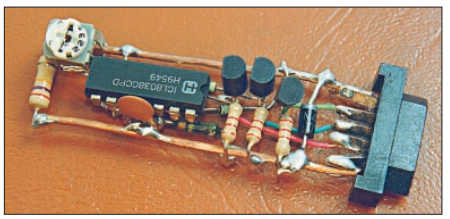
komparator rezystorów (projekty na **fotografii 8**).

Paweł Jakubiak (13 lat) z Łukowa – za 5 minutowy TIMER schowany w obudowie od breloczka (**fotografia 9**).



Fot. 9. Autor: P. Jakubiak

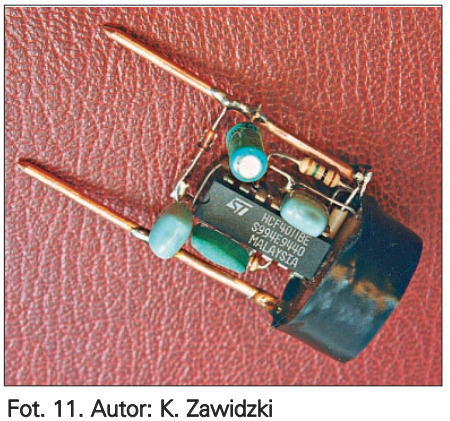
Paweł Korejwo z Jaworzna – za miniaturowy generator częstotliwości (sinus, trójkąt, prostokąt) przedstawiony na **zdjęciu 10**.



Fot. 10. Autor: P. Korejwo

Karol Zawidzki (15 lat) z miejscowości Kobiernik, koło Sandomierza – za tester układów logicznych (**fotografia 11**).

Maciej Niemir z Poznania – za mininadajnik FM zbudowany we wtyku

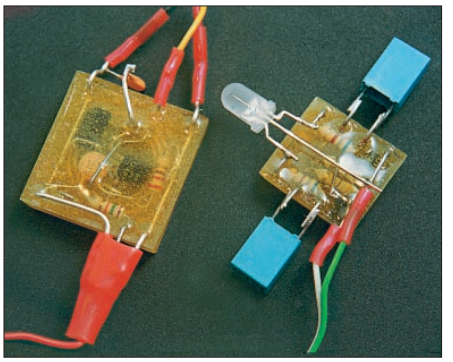


Fot. 11. Autor: K. Zawidzki

Fot. 12. Autor: M. Niemir

gniazda DIN (**fotografia 12**). Z nadajnikiem współpracować może mikrofon MCU53.

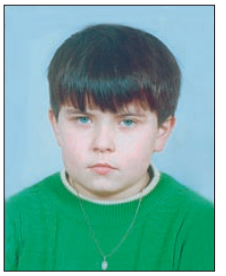
Adam Sieńko z Suwałk – za dwa swoje projekty: sterownik dwukolorowej LED i mikrofon bezprzewodowy (**fotografia 13**). Dużym plusem tego projektu jest to, że Adam zalał w żywicy swoje pająki i nie grozi im uszkodzenie, choć też nie można ich w razie awarii naprawić. Ale nawet jeśli zdechną, to przecież będzie można nakarmić nimi ptaszyska.



Fot. 13. Autor: A. Sieńko

Józef Mazur z Wiązownicy z woj. przemyskiego – za generator 1kHz (**fotografia 14**).

Jerzy Lechelt z Łodzi – za minigenerator serwisowy (**fotografia 15**).



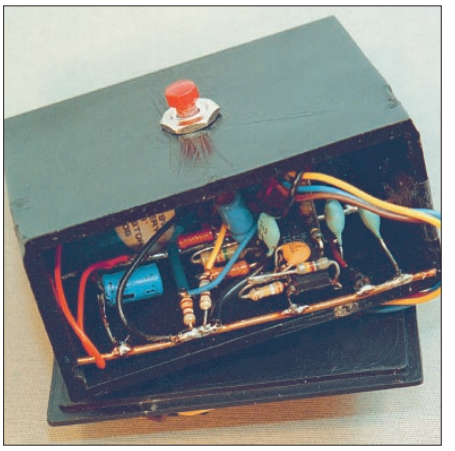
Józef Mazur

Daniel Borkowski

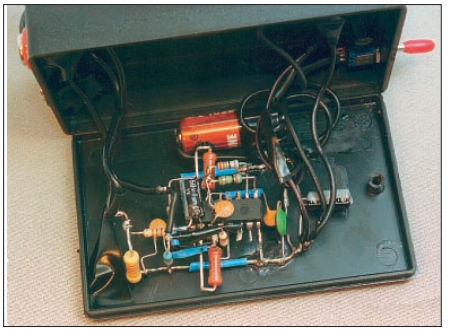
Daniel Borkowski z Warszawy – za mini magnetofonik – pozytywkę (**fotografia 16**).

Tomasz Zalewski z Gdańska i **Andrzej Perłakowski** z Przemyśla – za projekty podsłuchiwacza szeptów (oba projekty przedstawione są

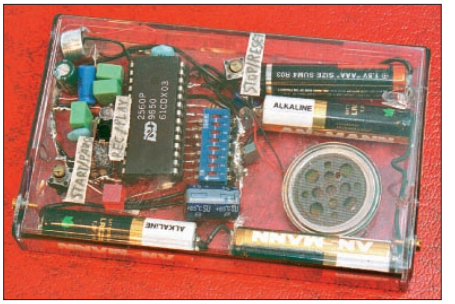
Tomasz Zalewski



Fot. 14. Autor: J. Mazur



Fot. 15. Autor: J. Lechelt



Fot. 16. Autor: D. Borkowski

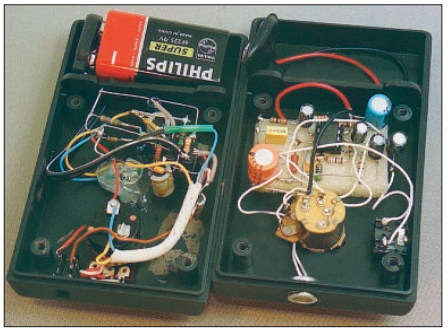
na **zdjęciu 17**, lewy projekt jest Tomasza Zalewskiego).

Sebastian Żurawski i **Tomek Kocimski** z Wioski Dziecięcej SOS w Kraśniku – za impulsatory elektroniczne.

Barbara Jaśkowska z Gdańska – za tester instalacji.

Sebastian Żurawski

Tyle jeśli chodzi o nagrody. Najchętniej opisałbym wszystkie projekty, które napłynęły do Redakcji, ale nie zostałoby już wtedy wiele miejsca na inne artykuły. Podejrzewam, że w takich okolicznościach wielu Czytelników przysłałoby do Redakcji pająki, ale ... żywe. Dlatego wybaczcie, że nie wszyst-



Fot. 17. Autor: T. Zalewski (z lewej), A. Perłakowski (z prawej)

kie opisuję choć jest wiele innych także ciekawych.

Na zakończenie wspomnę jeszcze jakie inne urządzenia w formie pająków przysyłali nasi Czytelnicy. **Marcin Żuchowski** ze Zgierza przysłał pająka do sprawdzania napięcia na akumulatorze, **Dariusz Knull** z Zabrza – czujnik wilgotności, **Rafał Szybut** ze Słupska, **Damian Grzondziel** z Chorzowa, **Bartek Zieliński** z Rzeszowa i **Seweryn Lewończuk** z Białegostoku – wskaźniki wysterowania do kolumn, **Marcin Jędras** z Lublina – ciekawy podsłuchiwacz szeptów, **Jarosław Chudoba** z Gorzowa Wlk. – elektroniczny słowik-dzwonek, **Marcin Czyż** z Goleszowa – układ do zwiększania wejść audio, **Paweł Sobczak** z Turka – urządzenie do opóźniania wyłączenia oświetlenia we wnętrzu samochodu, **Piotr Krzyżaniak** z Poznania – coś w stylu „pipka dręczyciela", **Mariusz Widerski** (27 lat) z Gdyni (który jak mówi „elektroniką zajmuje się od niepamiętnych czasów) – tester do membranek piezo i głośniczków, **Tomasz Gajda** z Wrząsawy – urządzenie ostrzegające przed wzrostem temperatury (Tomku! Napisałeś ciekawy list, dziękujemy!), **Witold Warda** z Łodzi – tranzystorowy wzmacniacz m.cz. małej mocy i odstraszacz komarów, **Leszek Kołodziej** z Cieszyna – wakacyjny miniodbiornik FM. **Piotr Słowik** z Brwinowa przysłał najdłuższy model (72cm), jaki dotarł kiedykolwiek do EdW – przyda się na ryby.

Bardzo dziękujemy Wam za zaangażowanie w konkursie, za świetne prace i sympatyczne listy. Udowodniliście, że metodą „pająka" można zmontować prosty układ elektroniczny w sposób porządny, trwały i nadający się do długiego użytkowania, a nie tylko do eksperymentów. Pozdrawiamy wszystkich serdecznie i wołamy ... NIECH ŻYJĄ PAJĄKI!

Zbigniew Orłowski

Marcin Żuchowski

Damian Grzondziel

Bartek Zieliński

Marcin Jędras

UWAGA! NOWY KONKURS!

Drodzy Czytelnicy! Skoro wyszkoliliście się w montowaniu „pająków", nadeszła pora do wskoczenia na następny szczebel drabiny elektronicznej.

OGŁASZAMY KONKURS NA ZMONTOWANIE CIEKAWEGO UKŁADU NA PŁYTCE UNIWERSALNEJ

W ramach konkursu, do redakcji EdW, należy przysyłać układy zmontowane z 10, do co najwyżej 30 elementów. Tym razem nie ma limitu układów scalonych (może nie być żadnego). Urządzenie musi jednak działać i być przydatne w praktyce. Do modelu powinien dołączony być krótki opis i schemat ideowy. Pomysł układu może pochodzić z dowolnej literatury, ale oczywiście oczekiwalibyśmy najchętniej układów opisanych w EdW. Jeśli ktoś przyśle układ wymyślony przez siebie, powinien wyraźnie to zaznaczyć. W przypadku korzystania z literatury należy dokładnie podać źródło. Oprócz przydatności urządzenia, oceniany będzie głównie sposób montażu, wykorzystanie ścieżek płytki uniwersalnej, staranność lutowania i estetyka wykonania. Można użyć dowolnej płytki uniwersalnej, jednak nie można wykorzystać projektu już opracowanego na płytce uniwersalnej w jakimś czasopiśmie.

Nadesłane modele zostaną zwrócone Autorom tylko na ich wyraźne życzenie. Jeśli w liście nie będzie odpowiedniego dopisku, model zostanie w Redakcji.

Zwycięzcy konkursu jak zwykle otrzymają **nagrody** i **wyróżnienia**.

Termin nadsyłania prac konkursowych mija **31 sierpnia 1998** (decyduje data stempla pocztowego).

A WIĘC DO DZIEŁA!

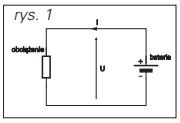
SKRZYNKA PORAD

W TEJ RUBRYCE PRZEDSTAWIANE SĄ KRÓTKIE ODPOWIEDZI NA PYTANIA NADSYŁANE DO REDAKCJI. SĄ TO SPRAWY, KTÓRE NASZYM ZDANIEM ZAINTERESUJĄ SZERSZE GRONO CZYTELNIKÓW. JEDNOCZEŚNIE INFORMUJEMY, ŻE REDAKCJA NIE JEST W STANIE ODPOWIEDZIEĆ NA WSZYSTKIE NADSYŁANE PYTANIA, DOTYCZĄCE RÓŻNYCH DROBNYCH SZCZEGÓŁÓW.

Czy ze zwykłego zasilacza kupionego w sklepie otrzymuje się + i – czy tylko +? Czy masa jest równa napięciu ujemnemu, czy zeru? Co to jest napięcie symetryczne? Jak rozpływa się prąd w zasilaczu wzmacniacza symetrycznego?

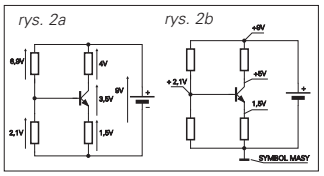
W naszej praktyce najczęściej mamy do czynienia ze źródłami napięcia, które dają jedno napięcie. Takimi źródłami są choćby bateria i prosty zasilacz wtyczkowy. Jedno z wyprowadzeń oznaczone jest znakiem plus, drugie – znakiem minus. **Rysunek 1** przedstawia symbol baterii, a ogólnie – źródła zasilania. Przyjęto umowę, że w układzie prąd płynie od plusa do minusa (choć elektrony płyną od minusa do plusa). Kierunek prądu zaznacza się na schematach małą strzałką.

rys. 1



Na **rysunku 2a** pokazano, jakie napięcia występują między poszczególnymi punktami. W ogromnej większości przypadków zamiast oznaczać napięcia tak jak na rysunku 2a, oznaczamy je tak jak pokazuje **rysunek 2b**, nie zapominając umieścić na schemacie symbolu masy. Symbol ten wskazuje po prostu, że wszystkie napięcia mierzymy względem tak oznaczonego obwodu masy. Inaczej mówiąc, jeden zacisk woltomierza zawsze dołączony jest do obwodu masy.

rys. 2a rys. 2b

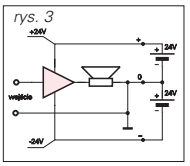


Nazwa masa wywodzi się ze starych układów lampowych i telekomunikacyjnych, gdzie rzeczywiście była to „masa" w postaci ciężkiego, metalowego chassis (czytaj: szasi), czyli konstrukcji nośnej. Wszystkie napięcia mierzono względem tej metalowej masy. Dziś wiele urządzeń umieszczonych jest w plastikowej obudowie, więc w ogóle nie ma tam „masy" w takim historycznym pojęciu. Obecnie nazwa masa oznacza przede wszystkim punkt odniesienia, względem którego mierzymy napięcia w układzie.

Jaka więc jest odpowiedź na pierwsze pytanie Czytelnika? Pytanie jest źle postawione! Z zasilacza otrzymuje się po prostu jedno napięcie o pewnej wartości. Jeśli przyjmiemy, że potem w zasilanym przezeń układzie masą, czyli punktem odniesienia, będzie biegun ujemny, to napięcia stałe w układzie będą napięciami dodatnimi. Ponieważ obecnie w większości przypadków stosujemy tranzystory NPN i MOSFET-N, zwykle wygodnie jest traktować ujemny biegun zasilania jako masę. Ale w niektórych układach masą jest obwód połączony z dodatnim biegunem zasilacza i wtedy napięcia stałe mierzone względem takiej masy będą ujemne.

Niekiedy do zasilania układu potrzebne jest więcej niż jedno napięcie. Przykładowo wzmacniacz z **rysunku 3** jest zasilany symetrycznie. Tutaj dwa jednakowe źródła napięcia połączone są szeregowo. Powstały w ten sposób zasilacz symetryczny ma trzy zaciski: ujemny, środkowy i górny. Ponieważ w ogromnej większości przypadków napięcia w układach zasilanych symetrycznie mierzymy względem tego zacisku środkowego i obwód ten jest połączony z metalową obudową, ten środkowy zacisk zasilacza symetrycznego nazywamy masą.

rys. 3



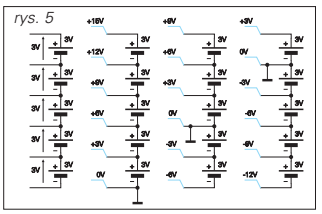
Czy to znaczy, że zawsze punkt środkowy zasilacza jest masą? Nie!

Na **rysunku 4** pokazane są dwa przykłady zasilania tego samego urządzenia. Układy scalone zasilane są napięciem 6V, natomiast obwód przekaźnika i diody LED – napięciem 12V. W układzie z rysunku 4a do zasilania wykorzystano podwójne zasilanie: dwa źródła o napięciach 6V i 12V. Na rysunku 4b pokazano, że do zasilania można też użyć dwóch źródeł o napięciu 6V, inaczej mówiąc zasilacza symetrycznego o napięciu 2x6V.

W układzie z rysunku 4a nie ma wątpliwości, że obwodem wspólnym czyli masą powinien być wspólny biegun ujemny. Tak samo powinno być w układzie z rysunku 4b. Tym samym obecność zasilacza symetrycznego wcale nie oznacza, że masą automatycznie jest zacisk środkowy. Jeszcze raz należy podkreślić, że masa to pojęcie umowne.

W zależności od tego, który obwód potraktujemy jako masę, odmiennie zapiszemy wartości napięć mierzonych właśnie w stosunku do tej masy. Nie znaczy to wcale, że napięcia na poszczególnych elementach będą się zmieniać w zależności od tego, który punkt przyjmiemy jako punkt odniesienia. **Rysunek 5** ilustruje kilka różnych możliwości. Napięcia w układzie są te same, inaczej tylko je oznaczamy.

rys. 5

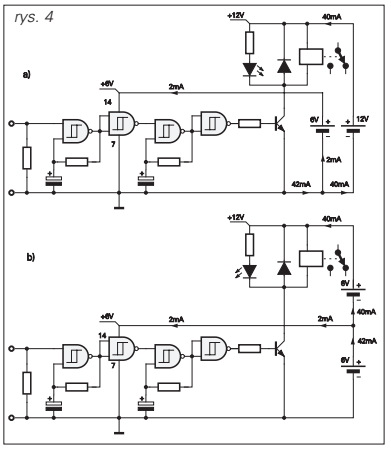


Kwestia masy wiąże się także z pewnymi właściwościami układu dla prądu zmiennego. Ale to już oddzielny temat. Zupełnie inną kwestią jest też rozpływ prądu w obwodach zasilaczy i wzmacniaczy.

Przepływ prądu następuje zawsze w zamkniętym obwodzie: większej lub mniejszej „pętli". Generalną zasadą jest, że prąd nie może zginąć gdzieś w układzie, to znaczy, że jeśli z dodatniego bieguna wypływa prąd o pewnej wartości, to do ujemnego bieguna musi „wrócić" prąd o dokładnie tej samej wartości. Jest to zasada wyrażona przez znane ze szkoły pierwsze prawo Kirchhoffa.

W układzie z zasilaczem pojedynczym nie budzi to jakichkolwiek wątpliwości. Wątpliwości mogą się pojawić się przy zastosowaniu zasilaczy wielokrotnych. Na przykład początkujący często błędnie przypuszczają, że w każdym momencie oba źródła zasilacza symetrycznego dostarczają prądu o tej samej wartości. Tak być nie musi. Ilustruje to rysunek 4. W obu przypadkach układ pobiera tyle samo energii. Warto przeanalizować, jakie wartości ma prąd płynący w poszczególnych obwodach i punktach. Jak widać, w układzie z rysunku 4b „dolna" bateria musi dostarczyć więcej prądu niż „górna". Gdyby to były prawdziwe baterie, „dolna" wyczerpałaby się szybciej.

rys. 4



A co wtedy, gdy na przykład przedwzmacniacz i wzmacniacz mocy audio są zasilane napięciem symetrycznym? Różnicę ilustruje **rysunek 6**. Rysunek 6a pokazuje rozpływ prądów przy zasilaniu napięciem pojedynczym. Gdy otwarty jest „górny" tranzystor wzmacniacza mocy, prąd płynie od plusa baterii zasilającej przez ten tranzystor, kondensator C, głośnik do masy i do ujemnego bieguna zasilania. Gdy otwarty jest „dolny" tranzystor (a „górny" zamknięty), prąd głośnika nie pochodzi z baterii, tylko z naładowanego kondensatora C, który teraz pełni rolę źródła zasilania i rozładowuje się w obwodzie: dodatni biegun kondensatora C – „dolny" tranzystor – głośnik – ujemny biegun kondensatora.

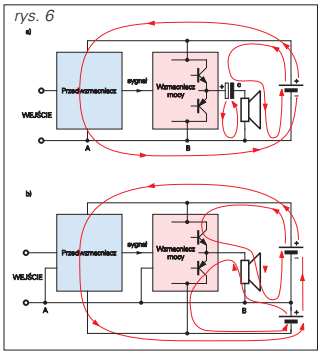
Należy zauważyć, iż w obwodzie masy, między punktami A i B płynie znaczny prąd – prąd zasilania przedwzmacniacza. Nie jest to „czysty" prąd stały – niewątpliwie jest w jakimś stopniu modulowany w takt wzmacnianego przebiegu, czyli zawiera składowe zmienne. W rzeczywistym układzie połączenie między punktami A i B to jakieś ścieżki i przewody, które na pewno mają niezerową rezystancję. W efekcie na tej rezystancji powstanie jakiś spadek napięcia czyli między punktami A, B pojawi się niewielkie napięcie. To napięcie doda się do sygnału użytecznego przesyłanego z przedwzmacniacza do wzmacniacza mocy, i tym samym nieco zniekształci sygnał użyteczny, a w skrajnym przypadku doprowadzi do samowzbudzenia wzmacniacza.

Przy zasilaniu symetrycznym według rysunku 6b nie jest potrzebny kondensator C na wyjściu wzmacniacza, bo przy otwarciu „górnego" tranzystora prąd pobierany jest z „górnej" baterii, a przy otwarciu „dolnego" tranzystora – z „dolnej" baterii.

Natomiast w obwodzie masy przedwzmacniacza zasilanego symetrycznie prąd stały praktycznie nie płynie, bo prąd zasilania płynie od plusa górnej baterii przez przedwzmacniacz do minusa dolnej baterii i dalej do minusa „górnej" baterii. Dzięki temu, że między punktami A i B nie płynie prąd stały (modulowany w takt wzmacnianego sygnału), nie występuje tu żaden istotny spadek napięcia i zdecydowanie zmniejsza się ryzyko powstania zniekształceń czy samowzbudzenia.

Rysunek 6 wyjaśnia przy okazji, dlaczego wzmacniacze mocy oraz precyzyjne układy pomiarowe z reguły zasilane są napięciem symetrycznym – gdy w obwodzie masy nie płyną znaczne prądy, łatwiej uzyskać lepsze parametry. Jednocześnie rysunek 6 sygnalizuje problem właściwego prowadzenia masy. To zagadnienie jest jednak bardzo szerokie i nie mieści się w ramach Skrzynki Porad.

rys. 6



POCZTA POCZTA POCZTA POCZTA

W rubryce „Poczta” zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt redakcji z Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią „Poczty” jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego „Errare humanum est”. Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.

Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.

Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy: Pawła Dunczewskiego, Marcina Posiakowa, Maćka z Wrocławia, Marka Lewandowskiego, Janusza Karasia, Marka Januszewskiego, Mirosława Sabata, Macieja Pogorzelskiego, Piotra Górnego z Sycowa, Tomasza Dula, Macieja Brodowskiego, Mariusza Muchę, Grzegorza Pomichowskiego, Radosława Włoczewskiego, Marcina Szustra, Łukasza Mazura, Mariusza Biernata, Darka Mickiewicza, Jacka Rogalewicza, Lukasza Kirchnera, „Shoguna”, Radka, którzy nadesłali listy przez Internet, oraz Marka Marciniaka z Gostynia, Michała Ciesielskiego z Chojnic, Leszka Żebrowskiego z Elbląga, Jerzego Dąbrowskiego z Lublina, Tomasza Kutyłę ze Stalowej Woli, Macieja Cinę z Sosnowca, Mariusza Stepka z Tarnowa, Jarosława Kolata z Wrocławia, Artura Ruzika z Tych, Pawła Wrońskiego z Jaworzna i Wojciecha Polasika z Bydgoszczy.

Uwagi do rubryki *Errare humanum est* przysłali ostatnio: Maciej Perkowski z Białegostoku, Jacek Koronkiewicz z Olsztyna, Łukasz Świerczyna z Libiąża, Piotr Kuśmierczuk z Gościna, Marcin Wiązania z Gacek, Rafał Podlacki z Wałbrzycha, Paweł Mazurkiewicz z Olsztyna, Łukasz Podgórnik z Dąbrowy Tarnowskiej, Dariusz Długosz z Katowic i Jacek Płochocki z Leontyny.

Nagrodę otrzymuje **Piotr Kuśmierczuk** z Gościna.

- Do naszej skrzynki „emaliowej” nadeszło kilka próśb o zaprezentowanie na łamach EdW prywatnych stron www niektórych Czytelników. Na razie nie przewidujemy takiej prezentacji. Być może w przyszłości ogłosimy wykaz stron internetowych naszych Czytelników, ale to nie wcześniej, niż za kilka miesięcy. Wcześniej poinformujemy o takich zamiarach i zbierzemy listę chętnych do prezentacji.
- Informujemy, że jeśli ktoś chce umieszczać materiały publikowane w EdW na swoich prywatnych stronach w Internecie, powinien uzyskać pisemną zgodę Redakcji.
- Przy okazji z przykrością musimy poinformować, że z przyczyn technicznych przepadła część listów oraz większość bezpłatnych ogłoszeń do rubryki Rynek i Giełda nadesłanych w poprzednich miesiącach w postaci e-maili. Prosimy o nadsyłanie ogłoszeń do Giełdy na oryginalnych drukach klasyczną „ślimakową” pocztą.
- Osoby, które nie mogą uruchomić zakupionych zestawów AVT-2250 (Mikrokomputer edukacyjny) powinny zgłosić ten fakt do działu handlowego AVT ze zwięzłym opisem kłopotów. W uzasadnionych przypadkach dział serwisu zapewni nieodpłatną pomoc.
- O moduły Peltiera należy pytać w dziale handlowym AVT. W miarę potrzeb będą sprowadzone na indywidualne zamówienie.
- Jeden z Czytelników pyta, dlaczego na płytce wzmacniacza LM3886 z EdW 2/98 połączono niezaznaczone na schemacie nóżki 2, 6 i 11. Błędu ani na schemacie, ani na płytce nie ma. Nóżki te w układzie scalonym nie są do niczego podłączone i dlatego na płytce dla łatwiejszego prowadzenia ścieżek połączono je z innymi.
- W ostatnich miesiącach otrzymaliśmy kilka listów zawierających wiele pytań dotyczących szczegółów budowy kitów TSM i AVT (opisywanych w EP) oraz pytań dotyczących różnych spraw ogólniejszych, ale świadczących, że Autorzy nie chcą sami ruszyć głową i spróbować, tylko chcieliby, żeby ktoś zamiast nich przeprowadził próby i eksperymenty i podał gotowe odpowiedzi. Nie możemy odpowiedzieć na wszystkie pytania, zwłaszcza dotyczące publikacji w innych czasopismach, choćby w EP. W naszym wspólnym czasopiśmie staramy się prezentować tematy, które zainteresują duże grono Czytelników, a nie tylko pojedyncze jednostki. Otworzyliśmy Skrzynkę porad, prowadzimy Szkołę Konstruktorów, przedstawiamy ciekawsze układy scalone w Najsłynniejszych aplikacjach i Klubie Konstruktorów. Dokładamy starań, by podawać rzeczowe informacje i sprawdzone układy. Jako tako nam się to udaje, o czym świadczy masa pochwalnych listów napływających do Redakcji. Z uwagą czytamy każdy list. Wybaczcie nam jednak, że ze względu na szczupłość sił redakcyjnych nie możemy niestety szczegółowo odpowiedzieć na każdy list i wyjaśnić każdą wątpliwość. Jeśli ktoś znajdzie swoje nazwisko w tej rubryce na liście osób pozdrawianych, a jednocześnie nie otrzyma szczegółowej odpowiedzi, to znaczy że jego list dotarł do Redakcji, ale niestety z jakichś względów nie możemy nań odpowiedzieć indywidualnie.
- Z ogromnym zainteresowaniem spotkał się dwuczęściowy artykuł o wykrywaczach metali. Nadeszło dużo listów z podziękowaniami. Postaramy się w najbliższych miesiącach przedstawić w EdW projekt prostego wykrywacza. Nie planujemy natomiast w najbliższym czasie opisywać skomplikowanego profesjonalnego detektora z dyskryminacją i innymi udogodnieniami. Tymczasem proponujemy wszystkim Czytelnikom EdW, którzy mieli do czynienia z różnymi wykrywaczami metalu, by podzielili się swymi doświadczeniami w ramach Forum Czytelników. Bardzo prosimy o listy nie tylko z doniesieniami o sukcesach, ale także, a może przede wszystkim z informacjami o porażkach. Wiemy, że spora grupa chętnych próbuje wykonywać różne układy z literatury, a także korzysta z ogłoszeń zamieszczanych w prasie, zakupuje schematy, zestawy do montażu i gotowe urządzenia w różnych firmach i u osób prywatnych. Dochodzą nas wieści, że niektóre z oferowanych za ciężkie pieniądze schematów i zestawów po prostu się nie sprawdzają. Może warto publicznie poruszyć ten trochę wstydliwy problem? **Bardzo prosimy o listy od osób, które zbudowały i wykorzystywały, lub bezskutecznie próbowały zbudować wykrywacz metalu**. Listy koniecznie opatrzcie dopiskiem „WYKRYWACZE”. Najciekawsze listy zostaną zamieszczone w Forum Czytelników.
- Pewien Czytelnik nadesłał ciekawy list dotyczący możliwości pozyskiwania energii za pomocą cienkiej warstwy czystego chlorofilu. Zupełnie nie wiemy, jakie są możliwości pozyskania czystego chlorofilu, jednak problem darmowego ogrzewania domku letniskowego leży chyba gdzie indziej. Nawet gdyby udało się skonstruować we własnym zakresie sprawne baterie słoneczne na bazie chlorofilu (co naszym zdaniem jest niemożliwe, bo gdyby było możliwe, w bogatszych krajach byłyby one wykonywane) całkowita ilość energii słonecznej dostępna w ciągu krótkich dni zimowych jest za mała do ogrzania domku. Na naszych szerokościach geograficznych dostępna zimą ilość energii słonecznej nie wystarczy do całodobowego ogrzewania domku, nawet najbardziej ocieplonego. Ponadto problemem jest, czy takie ogniwo słoneczne będzie pracować w temperaturach ujemnych, ale też konieczność gromadzenia i przechowywania uzyskanej energii.

MOTOROLA

Katalogi zawierające dane techniczne półprzewodników firmy Motorola otrzymują:
Grzegorz Kaczmarek – Opole
Adam Gowin – Żywiec
Michał Tekielak – Żywiec
Jarosław Dziura – Katowice

Tomasz Otczyk ze Szczecina nadesłał obszerny list z pytaniami dotyczącymi analizatorów widma, equalizerów, generatorów szumu, ich barwy, itp. Większość pytań z listu trafi do Skrzynki Porad, bo zagadnieniem tym interesuje się szerokie grono Czytelników, a temat do łatwych nie należy. W przyszłości opublikujemy także projekty wymienionych urządzeń. Tymczasem zamieszczamy końcówkę listu: *(...) chciałbym wyrazić zadowolenie z dotychczasowych numerów EdW. Moim zdaniem jest to najlepsze czasopismo elektroniczne w Polsce ze względu na swą otwartą formę i przejrzystą treść, dokładnie omawiającą działanie każdego układu, czego brakuje w innych pismach. Nie jest to tylko moje zdanie – wystarczy spojrzeć, co dzieje się w kioskach. EdW znika, gdy tylko się pojawi, co nie jest rzadkością nawet w tak dużym mieście jak Szczecin.*

Cieszymy się, że tak odbieracie nasze wspólne czasopismo. Rzeczywiście, bardzo szybko znika ono z kiosków, co potwierdza słowa Tomka. Przy

okazji chcielibyśmy poprosić o informacje tych, którzy mają kłopoty z zakupem EdW w kiosku. Napiszcie, jeśli w jakichś rejonach kraju macie trudności z nabyciem EdW.

Oczywiście dobrym i radykalnym rozwiązaniem jest prenumerata. Liczba prenumeratorów w ostatnich miesiącach szybko wzrosła, co niewątpliwie związane jest z terminowym ukazywaniem się pisma. Jednak dostęp do EdW powinien mieć każdy, dlatego prosimy o wiadomości o ewentualnych brakach EdW w kioskach.

A oto inny list: *Droga Redakcjo EdW!*

Przyszedł mi do głowy „wspaniały" pomysł. Właśnie mam przed oczami majowy numer EdW. W tym wydaniu są znów wspaniałe artykuły, cyfrówka, tranzystor, radio, wykrywacze metali, DVD.

Mnie bardzo interesuje miniaturyzacja. Wiemy przecież, że na rynku są elementy powierzchniowe SMD. Bardzo bym prosił, żebyście napisali coś o tym, np.: jak wygląda kondensator, rezystor, dioda, tranzystor. Kilka zdjęć warto by zrobić, może i porównać wymiary. Można napisać o parametrach takich elementów, jakiej mocy są takie rezystory, jakie pojemności miniaturowych kondensatorów, itd... Jakie elementy występują w postaci SMD, a jakie nie i dlaczego? Kiedy stosuje się elementy SMD, a kiedy nie warto?

Dobrym ćwiczeniem kończącym artykuł byłoby jakiekolwiek urządzenie, na początek bardzo proste, wykonane z elementów SMD.

Aha! A co najważniejsze, jakich lutownic używa się do lutowania takich elementów? Może jeszcze inne ciekawe informacje?

Może znalazłby się ktoś chętny do przekształcenia lub zaprojektowania takiego małego układziku z SMD, ale co zrobicie z moją propozycją, to już zależy od Was. Ja chętnie bym się podjął takiego zadania, tylko nie wiem, od czego zacząć, i dlatego proszę o pomoc Redakcję.

Z góry dziękuję!

Bardzo dużo już się nauczyłem z EdW, i chciałbym się jeszcze czegoś nauczyć. A miniaturyzacja bardzo mnie interesuje, na razie moim ostatnim sukcesem jest zaprojektowanie płytki do zasilacza, z którego jestem bardzo zadowolony. Mam 19 lat, chodzę do Technikum Elektronicznego i bardzo to lubię.

Hej! Trzymajcie się i więcej takich dobrych numerów EdW.

Stały Czytelnik (od pierwszego styczniowego numeru EdW z 1996)
Marek Rutkowski z Bydgoszczy

Cóż, list ten zmobilizował nas do zrealizowania planów, które mamy od początku istnienia EdW, mianowicie do zajęcia się od strony praktycznej techniką SMD. W jednym z najbliższych numerów zamieścimy artykuł na temat techniki SMD, omawiający zagadnienia poruszone w liście. A wcześniej Marek otrzyma od nas (prawdopodobnie już otrzymał) upominek w postaci dobrej książki. List ten zaowocuje nie tylko artykułem teoretycznym. Przedstawimy także zestaw, ewentualnie zestawy do samodzielnego montażu z wykorzystaniem elementów SMD i przestawimy sposoby montażu takich elementów w warunkach domowych. Taki chałupniczy montaż SMD jest jak najbardziej możliwy, choć zdobycie pojedynczych elementów SMD wcale nie jest łatwe. Bez problemu można natomiast nabyć elementy SMD w ilościach hurtowych. I tu z pomocą może przyjść firma AVT, która wprowadzi do sprzedaży zestawy AVT z elementami SMD.

Wiemy, że podobnych do Marka zwolenników miniaturyzacji jest dużo więcej, i że z utęsknieniem czekają na mikrominiaturowe urządzenia. Chcieliby samodzielnie zbudować jak najmniejsze urządzenia. Wszystko wskazuje, że pomożemy zrealizować oczekiwania wszystkich tych Czytelników, by każdy mógł praktycznie wykonać swój wymarzony układ w technice SMD. W związku z tym ogłaszamy konkurs.

leczkę w tej wędrówce po kanałach. Cóż się tam w tym naszym bloku w.cz. dzieje z sygnałem? Kiedy już wybierzesz odpowiedni program a więc dostroisz się do żądanego kanału, jego sygnał jest przetworzony na sygnał o częstotliwości niższej od tej, która go do ciebie przyniosła, a więc nośnej nadajnika. Z tego wniosek, że w głowicy znajduje się generator wytwarzający taką częstotliwość, która po zmieszaniu z częstotliwością nośną każdego odbieranego kanału telewizyjnego, bez względu na jego numer, na jej wyjściu daje stałą częstotliwość pośrednią.

Proste? Pewnie, że proste!

Znasz to przecież z radia. Spotkałeś się już z określeniami, których za chwilę użyję. Ale, że powtórzyć się godzi co niełatwo w głowę wchodzi, więc powtórzeń nigdy za wiele. Ten generator schowany w głowicy to heterodyna, a układ, który te częstotliwości ze sobą kogli-mogli, to mieszacz – bądź inaczej mówiąc – stopień przemiany częstotliwości.

A dalej?

Dalej jest stopień, który musi obrobić tę uzyskaną w pocie czoła częstotliwość pośrednią. I jest ten stopień. Jego obrabianie sprowadza się do tego, że wzmacnia wchodzący sygnał do poziomu, który pozwoli na dalsze pastwienie się nad nim. Znaczy, nad tym sygnałem a nie poziomem. Wzmacniacz pośredniej częstotliwości, bo tak się nazywa blok, w którym się obecnie znajdujemy, ma pomocnika. Ten pomocnik współpracuje nie tylko z nim. Inne części odbiornika telewizyjnego też są przez niego obsługiwane. Nazywa się...

Blok Automatycznej Regulacji Wzmocnienia. W skrócie ARW. Po co on jest? Pamiętasz, kiedy czytałeś o strefach odbioru? Strefa odbioru bezpośredniego, odbioru troposferycznego, odbioru jonosf... no właśnie. Wspomniałem tam, że poziomy sygnałów telewizyjnych są bardzo różne. Uzbrojony w tę wiedzę zdajesz sobie teraz sprawę, że wbiegający do bloku wielkiej częstotliwości sygnał telewizyjny w zależności od warunków atmosferycznych, strefy odbioru, warunków topograficznych i innych, ma różny poziom. Gdyby automatycznej regulacji wzmocnienia nie było, na ekranie odbiornika miałbyś ciągłą huśtawkę kontrastu obrazu związaną z różnymi poziomami wchodzącego sygnału. Ten nasz blok ARW jest właśnie po to, by sprawować ciągły nadzór nad amplitudą odbieranego i obrabianego sygnału telewizyjnego. Pilnuje bez przerwy, by poziom sygnału wizyjnego miał stałą wartość i by krew cię nie zalewała przy kręceniu gałkami od kontrastu i jaskrawości. Dalej.

Po opuszczeniu wzmacniacza pośredniej częstotliwości, wzmocniony w nim sygnał p.cz. trafia do następnego bloku jakim jest detektor wizji. W tym detektorze, sygnał p.cz. zostaje oddzielony od sygnału wizji, wycięty i skasowany. Po prostu go mordują. Unicestwiają. Przeżywa tylko treść obrazu, czyli sygnał wizyjny, który zostaje wrzucony do kineskopu, aby się rozpłaszczyć na jego przedniej części jako wierne odbicie tego, co zobaczyła kamera. Ale zanim trzaśnie o wnętrze tak, że się na czarno-biało lub kolorowo zaświeci, to zostaje jeszcze, przy jednoczesnym oddzieleniu z treści sygnału wizji, sygnałów synchronizacji, wzmocniony we wzmacniaczu wizji. (Pamiętasz synchronizacyjne „zadziorki" na końcu linii? Jeśli nie, zerknij do poprzedniego odcinka.) Nie tylko impulsy synchronizacji są w tym miejscu oddzielane. Dzieje się tak też ze zmodulowanym częstotliwościowo sygnałem różnicowym fonii.

Oddzielmy się razem z nim, dzięki czemu trafimy do następnego bloku telewizora. Jest nim wzmacniacz częstotliwości różnicowej, gdzie nasz sygnał jest... no.. co? Znów?

Oczywiście!

Jest wzmacniany. Ciekawe tylko po co, skoro następna część, do której trafia to ogranicznik. Poważnie. Tak się nazywa. A ogranicznik, proszę wycieczki, ma za zadanie ograniczyć jego amplitudę. Niemiłosiernie ścina jej wierzchołki. Wierzchołki pięknego sinusoidalnego sygnału. I z tego pięknego sinusa robi prostokąt.

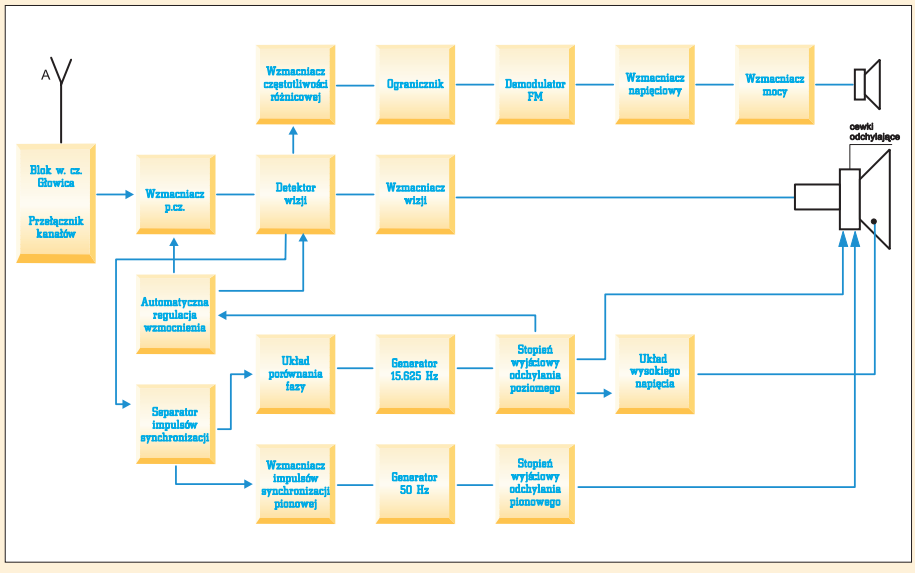
Najpierw wzmacniać, potem ograniczać... czy ktoś tu nie zwariował? I teraz wystaw sobie waść, że to sygnałowi fonii wcale a wcale nie przeszkadza. Pamiętasz dlaczego? Bo jest zmodulowany częstotliwościowo. A czy pamiętasz z odcinka o radiu jak wygląda taki sygnał? Nie?

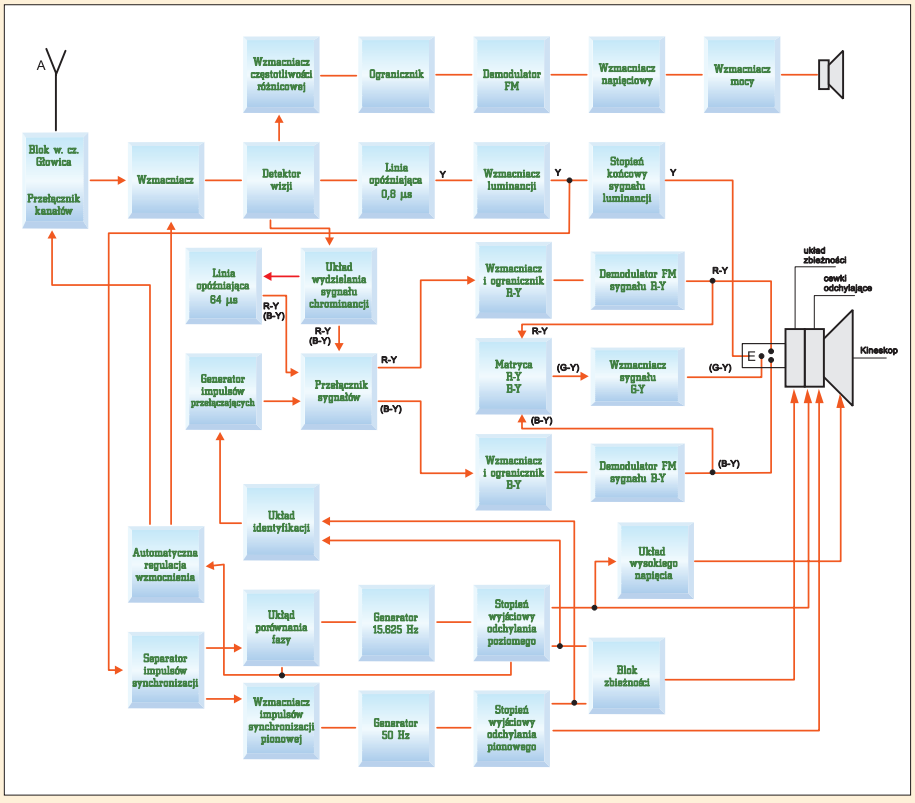
To poszukaj tego numeru EdW i przeczytaj sobie raz jeszcze odpowiedni fragment, a ja sobie chwilę zaczekam... Już? Wiesz wszystko? Przeciskamy się dalej.

Sygnał z ogranicznika trafia następnie do demodulatora FM, gdzie poddany zostaje detekcji. W nim, z zagęszczonego w różnym stopniu sygnału (modulacja częstotliwości) wydłubany zostaje dźwięk, który trafia najpierw do wzmacniacza napięciowego ze znajdującymi się w nim regulatorami barwy oraz siły głosu, a następnie do wzmacniacza mocy. Wzmacniacz mocy jest przedostatnią przeszkodą, którą pokonuje dźwięk. Rozstajemy się z nim, kiedy zadziała membrana głośnika, ostatnia rzecz na jego drodze do naszych uszu.

Wróćmy jeszcze raz do miejsca, gdzie rozeszły się drogi sygnału różnicowego fonii i sygnałów synchronizacji. Teraz, proszę wycieczki, powędrujemy sobie przez część telewizora odpowiedzialnego za sygnały odpowiedzialne za wizję. Wspomniałem już o „zadziorkach" czyli impulsach synchronizacji. Pamiętasz zapewne, że w skład przesyłanej treści obrazu telewizyjnego wplecione są impulsy synchronizacji pionowej i poziomej, aby można było we właściwej kolejności odtworzyć wszystkie linie. Zatem musi być takie miejsce, gdzie te impulsy zostaną wychwycone i posegregowane, na te odpowiadające za synchronizację w pionie i na te od synchronizacji w poziomie. Telewizor, jak się domyślasz, ma w sobie takie miejsce i zwie się ono separatorem impulsów synchronizacji. Z niego wychodzą dwie drogi. Jedna droga jest przeznaczona dla prac związanych z obsługą obrazu w kierunku pionowym, a druga zajmuje się pieszczeniem szczegółów, poziomie. I impuls synchronizacji pionowej, i impuls synchronizacji poziomej na swych ścieżkach natrafiają na od-

Rys. 3.





Rys. 4.

powiednie generatory. Pamiętasz, że częstotliwość odchylania pionowego to 50 Hz a poziomego to 15 625 Hz. Właśnie generatory tych częstotliwości są odpowiedzialne za składanie obrazu. Żeby biegnący strumień elektronów rysował na ekranie kineskopu obraz wizyjny. Żeby był przesuwany o ździebko w pionie i utrzymywany w tej pozycji przy jednoczesnym przesuwaniu w poziomie do czasu aż skończy się linia. Oczywiście i tu, i tu te sygnały są jeszcze wzmacniane zanim trafią do kineskopu. Ściśle mówiąc – do cewek odchylania na szyjce kineskopu. Jak już wiesz, sygnał ze wzmacniacza wizji trafia na katodę kineskopu i wysyłany jest w stronę ekranu. Po drodze jest przyspieszany, aby po uderzeniu o luminofor spowodować jego zaświecenie i aby pokazać nam z czym przybył. Wiesz jak szybko musi pędzić sygnał, aby uruchomić świecenie ekranu?

Zgadnij!

...

Prędkość wiązki elektronów, która powoduje zaświecenie ekranu wynosi kilkadziesiąt tysięcy kilometrów na sekundę. Masz pojęcie? Inna sprawa, że też byś świecił gdyby cię ktoś tak rozpędził. Ale wróćmy do naszych baranów, a raczej cewek odchylających. Sygnały dochodzące do nich powodują, że wytwarzane pole magnetyczne zmienia się w rytm zmian synchronizacji i przesuwa rozpędzony strumień elektronów o ździebko w pionie i ciut ciut w poziomie. Przez wysokość i szerokość kineskopu. Proste? Myślę, że nie masz z tym kłopotów, bo niedawno ci to tłumaczyłem. I w tym momencie doszliśmy do końca wędrówki z sygnałami synchronizacji wizji. Dodam tylko, że wysokie napięcie ekranu kineskopu jest otrzymywane z dodatkowego uzwojenia (cewki wysokiego napięcia), zasilanego z transformatora odchylania poziomego. To wysokie napięcie po wyprostowaniu zasila anodę kineskopu. Kropka. Popatrz teraz na rysunek przedstawiający omówiony przed chwilą schemat blokowy telewizora (**rysunek 3**).

Nie znajdziesz tutaj nic na temat koloru. Wiesz dlaczego? Bo omówiliśmy budowę telewizora monochromatycznego. Czarno-białego. Nie martw się, zaraz narysujemy bloki telewizora kolorowego. Będzie już łatwiej, bo dojdzie tylko kilka rzeczy, o których pisałem na początku cyklu o telewizji. Oczywiście dochodzi tutaj do głosu kolor, a więc paćkanie w barwach, dlatego i wymagania stawiane poszczególnym blokom są wyższe. Ale nie będę cię zanudzał szczegółami, na to jeszcze masz czas. Wystarczy, że będziesz wiedział, jak od środka to urządzenie wygląda i działa. Pamiętasz zapewne określenia chrominancja, wiesz dlaczego sygnał jest opóźniany o 64 s, wiesz również, że przesyłane są sygnały różnicowe kolorów R-Y, B-Y.

Tabela 1. Wykaz częstotliwości kanałów

Numer kanału	Nośna wizji MHz	Nośna fonii MHz
1	49,25	56,75
2	59,25	65,75
3	77,25	83,75
4	85,25	91,75
5	93,25	99,75
6	175,25	181,75
7	183,25	189,75
8	191,25	197,75
9	199,25	205,75
10	207,25	213,75
11	215,25	221,75
12	223,25	229,75
21	471,25	477,75
22	479,25	485,75
23	487,25	493,75
24	495,25	501,75
25	503,25	509,75
26	511,25	517,75
27	519,25	525,75
28	527,25	533,75
29	535,25	541,75
30	543,25	549,75
31	551,25	557,75
32	559,25	565,75
33	567,25	573,75
34	575,25	581,75
35	583,25	589,75
36	591,25	597,75
37	599,25	605,75
38	607,25	613,75
39	615,25	621,75
40	623,25	629,75
41	631,25	637,75
42	639,25	645,75
43	647,25	653,75
44	655,25	661,75
45	663,25	669,75
46	671,25	677,75
47	679,25	685,75
48	687,25	693,75
49	695,25	701,75
50	703,25	709,75
51	711,25	717,75
52	719,25	725,75
53	727,25	733,75
54	735,25	741,75
55	743,25	749,75
56	751,25	757,75
57	759,25	765,75
58	767,25	773,75
59	775,25	781,75
60	783,25	789,75
61	791,25	797,75
62	799,25	805,75
63	807,25	813,75
64	815,25	821,75
65	823,25	829,75
66	831,25	837,75
67	839,25	845,75
68	847,25	853,75

Do schematu blokowego, który opisałem dojdą tylko te rzeczy, które malują obraz na kolorowo. Właśnie – malują czarno-biały obraz na kolorowo. Inaczej być nie może, bo ci, którzy może jeszcze nie mają telewizora kolorowego nie mogliby oglądać programów, a tak mogą. I wcale im czarno-białego telewizora kolorowy obraz nie psuje.

Popatrz sobie teraz na schemat blokowy telewizora kolorowego (**rysunek 4**).

Na zakończenie chciałbym jeszcze podać ci wykaz częstotliwości kanałów telewizyjnych, które możesz odbierać na swoim odbiorniku. Jeżeli masz telewizor starszej konstrukcji, to niestety odbiór skończy się szybciej niż tabelka. O tym czy będziesz mógł oglądać całe pasmo kanałów telewizyjnych decyduje.. pamiętasz? Tak jest, głowica. A poza tym tabelka ta może ci pomóc w wyborze anteny odbiorczej. Znając numery kanałów, na których nadawane są w twojej okolicy programy telewizyjne, nie będziesz miał kłopotów, którą kupić. Pomocna będzie również informacja, które kanały są w poszczególnych zakresach.

Kanały od 1 do 12 tworzą I, II oraz III zakres, a kanały od 21 do 68 tworzą IV/V zakres.

Częstotliwości przeznaczone do nadawania programów telewizyjnych według standardu OIRT zostały, jak przed chwilą przeczytałeś, podzielone na pięć zakresów:

zakres I	48,50 – 66,00 MHz
zakres II	76,00 – 100,00 MHz
zakres III	174,40 – 230,00 MHz
zakres IV/V	470,00 – 790,00 MHz

I jeszcze na koniec maleńka zagadka. Konkursik niewielki. Może nie jest to zagadka dla początkujących, ale dla tych, którzy wiedzą o telewizji odrobinę więcej, a mimo wszystko przeczytali ten artykuł aż do tego miejsca. Oto ta zagadka.

Na schemacie blokowym telewizora kolorowego znajduje się linia opóźniająca 0,8µs. Znalazłeś ją?

Po co komu linia opóźniająca w tym miejscu?

Czy rzeczywiście ma opóźniać sygnał dokładnie o 0,8µs, a może inna wartość też będzie dobra?

Co się stanie gdy tej linii nie będzie?

Wśród tych, którzy nadeślą prawidłowe odpowiedzi rozlosujemy (lub przydzielimy arbitralnie) interesujące książki wydawnictwa WKiŁ.

Życząc niczym nie zakłóconego odbioru, żegnam się do następnego spotkania.

Arkadiusz Bartold